EVALUACIÓN NACIONAL DE BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Borrador Dos (SOD)
Julio, 2019

DOCUMENTO PARA REVISIÓN DE EXTERNOS

Capítulo 2: Estado de la Biodiversidad en Colombia

Coordinadores: Carlos Federico Álvarez Hincapié, Javier A. Maldonado-Ocampo (q.e.p.d.), y Tatiana Sanjuan.

Autores: Carlos Federico Álvarez Hincapié, Esteban Alvarez-Davila, Rosa Elena Ajiaco, Leonardo Buitrago, Ricardo Ortiz Gallego, Mailyn Gonzalez, Guido A. Herrera-R, Oscar Laverde-R., Javier A. Maldonado-Ocampo (q.e.p.d.), Camila Plata, Loreta Rosselli, Tatiana Sanjuan, Sandra Uribe.

Autores contribuyentes:
Jorge Anthony Astwood Romero, Egna Yamile Barrero, Camilo Andrés Correa Ayram, Yaneth Muñoz S., Andrea Polanco F.

Resumen ejecutivo

El capítulo presenta una sinopsis del estado del conocimiento actual de la biodiversidad en Colombia así como los esfuerzos orientados a su reconocimiento desde los últimos 20 años cuando apareció el Informe nacional del estado de la biodiversidad, en 1998. Además de los elementos numéricos sobre el conocimiento de la biodiversidad en Colombia, se señalan algunos de los conflictos a nivel histórico y territorial que han influenciado la riqueza biológica de Colombia.

1. Marco conceptual: El concepto de biodiversidad multidimensional

El evidente deterioro de áreas naturales y las especies que contienen, impulsó una serie de trabajos y literatura sobre conservación y diversidad biológica desde finales de la época de los años 60 y en particular en los 80's (Franco 2013). El término biodiversidad surgió por primera vez en la literatura científica en 1980 en un informe gubernamental estadounidense escrito por Norse y Mc Manus (1980). Sin embargo no se volvió popular hasta después de que fuera usado por Wilson (1988) en su libro Biodiversity, una colección de artículos de autoridades internacionales sobre el tema que recopila las ponencias en el Foro Nacional Americano sobre Biodiversidad llevado a cabo en 1986 (van Dyke 2008).

No hay una sola definición de biodiversidad o la diversidad de la vida en la tierra; Wilson (1994) la definió como "la variedad de los organismos considerada en todos los niveles, desde las variantes genéticas pertenecientes a la misma especie a conjuntos de especies, pasando por conjuntos de géneros, familias e incluso niveles taxonómicos superiores; incluye la variedad de ecosistemas, que comprende tanto las comunidades de organismos que habitan en determinados hábitats como las condiciones físicas bajo las que viven". Por su parte, en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de 1992, se define como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y

marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (UNEP 1994).

En la práctica la biodiversidad se asocia comúnmente con el número de organismos diferentes o especies en una región determinada. Es así como por ejemplo se habla de Colombia como el país más diverso en aves, el segundo en plantas, mariposas y peces dulceacuícolas. No obstante, esta medida también conocida como riqueza no es completa, pues la biodiversidad incluye varios niveles de organización biológica que son medibles: el de paisaje, el de ecosistemas y comunidades, el de especies y poblaciones y el genético (Lean y Maclaurin, 2016).

El nivel de paisaje comprende los diferentes tipos de ecosistemas en una región. El ecosistema es una unidad que relaciona los elementos abióticos y las comunidades que dependen de él. Estas comunidades consideran las diferentes especies que conviven en un ecosistema. El inventario e identidad taxonómica de las especies constituyen la base de la biodiversidad estimada a este nivel, a su vez, las especies están compuestas por poblaciones e individuos con características y distribuciones geográficas particulares. La diversidad genética basa sus estimativos en la cantidad y variabilidad de genes y alelos en cada población y especie. Este último nivel de medición de la biodiversidad es de importancia para la conservación, pues se relaciona directamente con la capacidad de adaptación de las especies a ambientes cambiantes y con la fortaleza y proporción de sobrevivencia de los individuos.

En este contexto, es claro que la biodiversidad no es sólo el número de ecosistemas, paisajes, especies o genes. En el estudio de estos niveles de organización se deben tener en cuenta las tres propiedades que constituyen cada uno de estos niveles: su composición, su estructura y su función (Noss 1990). La composición se refiere a los elementos presentes en cada nivel, por ejemplo el listado de especies en un ecosistema o el número de ecosistemas presentes en un paisaje. La estructura incluye el arreglo espacial de los componentes de un nivel, por ejemplo la distribución de las capas de vegetación presentes en un bosque o cuantos machos, hembras y juveniles hay en una población. La función incluye los procesos ecológicos y evolutivos que desempeñan estos componentes en su estructura como la fijación de carbono por las plantas o la polinización por parte de los insectos. De este último atributo se deriva una parte importante de las contribuciones de la naturaleza para las personas.

En este sentido la biodiversidad es multidimensional, sin embargo, este principio fundamental de multidimensionalidad, que incluye niveles y propiedades, rara vez se aplica en la investigación destinada a comprender el valor de la biodiversidad para las funciones de los ecosistemas y los servicios que prestan. Este descuido significa que nuestra comprensión actual de las consecuencias ecológicas y ambientales de la pérdida de biodiversidad, se limita principalmente a lo que los estudios unidimensionales han revelado (Naem et al. 2016).

La biodiversidad como la hemos venido nombrando, es mencionada como "naturaleza" en la Plataforma Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) y comprende categorías como diversidad biológica,

ecosistemas, funcionamiento de los ecosistemas, evolución, biosfera, patrimonio evolutivo compartido por la humanidad y diversidad biocultural. En el contexto de otros sistemas de conocimientos, comprende categorías como la Madre Tierra y los sistemas de la vida (IPBES 2013). La plataforma parte de la base de que la vida de los seres humanos no sería posible sin la diversidad biológica y los ecosistemas.

Aunque la biodiversidad se asocia al número de especies que habitan el planeta, diversidad taxonómica, aún se tienen vacíos de conocimiento al respecto, pues ni siquiera se conoce el número exacto de especies descritas. Estimados gruesos señalaron que pueden existir de 3 a 5 millones de especies (May, 1990), aunque recientemente se ha propuesto que puede haber cerca de 8.7 millones de especies solo de organismos eucarióticos, con un 86% de las especies existentes en la tierra y 91% de las especies en los océanos que aún faltan por describir (Mora et al, 2011). Por otra parte, se ha avanzado en el conocimiento del componente genético de la biodiversidad (ej. Genomes OnLine Database, GOLD, Mukherjee et al, 2016; el Earth BioGenome Project, EBP, Lewin et al, 2018). En los últimos tiempos, en los análisis de biodiversidad han ido cobrando fuerza diferentes aproximaciones para la medición de la diversidad, como por ejemplo la diversidad filogenética y diversidad funcional.

La diversidad filogenética (PD), el cual provee un marco de trabajo para sintetizar datos filogeográficos para evaluar los patrones espaciales de la diversidad genética y compararlos con otros componentes de la biodiversidad (Moritz y Faith, 1998). La PD usa patrones filogenéticos de diversificación evolutiva para predecir rasgos de diversidad de grupos de especies que pone énfasis en la representatividad de la jerarquía cladística, cuantificando la variabilidad de los linajes evolutivos variación jerárquica (y de linajes evolutivos) (Faith, 1992).

La diversidad funcional (FD) pretende entender la variedad de funciones de los individuos y/o especies dentro de los sistemas ecológicos mediante el análisis de sus rasgos y atributos (Mouillot et al., 2013). La diversidad funcional surge de la premisa que no todas las especies tienen el mismo rol dentro de los ecosistemas y por lo tanto cada una los impactan de forma diferente a través de sus rasgos. Estos rasgos funcionales, se entienden como las características medibles que tienen las especies y reflejan el desempeño de un organismo y/o especies en un sistema ecológico. Algunos rasgos funcionales incluyen características morfológicas, comportamentales, fisiológicas y de la historia de vida. Aproximaciones metodológicas tradicionales han utilizado la clasificación de especies en grupos funcionales definidos a priori. Recientemente ha habido un desarrollo en métricas multidimensionales que permiten recrear espacios funcionales de los cuales se pueden inferir atributos como la divergencia, regularidad, entre otros (Villéger, Mason, & Mouillot, 2008). La diversidad funcional pretende establecer un vínculo directo entre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas.

Mientras tanto, el declive global de la biodiversidad, representa un tema de interés en la literatura científica (Cardinale et al, 2018), lo que debe considerarse a nivel local y regional para la toma de decisiones de gestión.

2. Consolidación del Inventario Nacional de Biodiversidad

2.1. Avances asociados al primer informe de país

En Colombia, el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) se ratificó mediante la ley 165 de 1994, convirtiéndose en la ley marco de biodiversidad del país. A partir de allí se diseñó y formuló el Plan de Acción de la Biodiversidad entre 1996 y 1998. Con ello se inician los informes de país para el CDB sobre el estado de la biodiversidad, el primero de los cuales se elaboró en 1997 e incluía un primer inventario a nivel nacional de esta (IAvH, 1998). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los aportes a los inventarios de flora y fauna tienen antecedentes que se remontan varias décadas atrás e incluso a la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada en el siglo XVIII y XIX. La obligación de presentar informes de país ante el CDB generó un proceso de sistematización de la información que unificó esfuerzos aislados y parciales de instituciones tanto públicas, como privadas, académicas y de cooperación internacional. Estos primeros inventarios se nutrieron de programas como Flora de Colombia liderado por la Universidad Nacional y financiado por el Fondo Francisco José de Caldas (COLCIENCIAS); a nivel de ecosistemas de montaña del programa ECOANDES y Eco-dinámico, coordinado por Thomas van der Hammen y financiado por el Instituto Hugo de Vries, de la Universidad de Amsterdam y el gobierno Holandés.

En el primer informe de biodiversidad el análisis fue unidimensional dando preferencia a listas de organismos asociados a un bioma determinado como por ejemplo el páramo o los manglares del Caribe, no obstante se publicaron las primeras listas de flora vascular de Colombia que presentó el registro de 6.800 especies, mientras que para la fauna Colombiana se presentó un primer inventario de vertebrados que incluía Aves, Reptiles, Anfibios y Mamíferos con 3.295 especies, mientras que los invertebrados incluían Arácnidos, Lepidoptera e Hymenoptera que sumaron en total 9.764. Todos estos reportes generados a partir del proyecto Biodiversidad coordinado por la Universidad Nacional. Este primer informe no tuvo en cuenta a los peces como grupo taxonómico, agrupando a moluscos, crustáceos y peces tanto de agua dulce como marino y estimaron unas 4.200 especies entre todos.

El recurso genético se resalta por ser un patrimonio Nacional que conservado de manera “ex situ” potencia las posibilidades de uso de la biodiversidad. En los bancos de germoplasma se encontraban colecciones tanto animales, como vegetales y de microorganismos enfocados en especies de interés pecuario. En animales las colecciones estaban dirigidas hacia animales de producción y polinización con un total de 3683 accesiones. En plantas las colecciones estaban dirigidas a plantas alimenticias con un total de 25.844 accesiones que corresponden con 352 especies, donde cabe anotar que al menos 13.701 eran colecciones de especies introducidas. Además, de las 16 entidades que conservaban este recurso cuatro eran de carácter privado nacional y uno multinacional. Colombia también reportó las colecciones de microorganismos salvaguardados por Corpoica (Agrosavia actualmente), las colecciones dirigidas a microorganismos de interés agrícola (ruminales, biofertilizantes y hongos fitopatógenos) con un total 4687 accesiones (IAvH, 1998).

A nivel ecosistémico la primera aproximación a un inventario de ecosistemas terrestres se hizo a una escala 1:1.500.000, unificando en un mapa 62 diferentes tipos de ecosistemas que habían sido propuestos por distintas instituciones como el IGAC, IDEAM, Instituto Alexander von Humboldt e INVEMAR. A este nivel se inicia la descripción de los ecosistemas ubicados en la alta montaña, en los litorales Pacífico y Caribe y los grandes humedales.

Finalmente, en este informe de país también se hace un consolidado de las especies posiblemente amenazadas o en riesgo de extinción de acuerdo con las categorías planteadas por la IUCN en 1994. Entre los grupos que se analizaron están las plantas vasculares que exponían a 241 especies con algún grado de riesgo. Mientras que la fauna terrestre presentaba 240 especies entre aves, reptiles y mamíferos. En el BOX 1 se amplía la información de especies amenazadas.

Como quedó registrado anteriormente el primer informe de biodiversidad es un punto de partida para la consolidación del inventario que fue evolucionando a nivel de grupos taxonómicos en los siguientes informes de país (segundo al cuarto), sin embargo en estos reportes las listas de especies *per se* conectan con impulsores o responden a necesidades concretas de conservación que empiezan a ser evidentes al generar información más detallada de ecosistemas poco estudiados o por el contrario ecosistemas con gran presión antrópica. Aquí se resalta que junto al quinto informe de Biodiversidad, el IAvH (2014) publicó el estado y tendencia de la biodiversidad continental de Colombia, que recopila a través del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB Colombia) las cifras de biodiversidad a nivel por grupos taxonómicos, donde se puede observar avances en la generación de conocimiento de diversidad de especies en plantas vasculares, aves y peces dulceacuícolas y se evidencia como el rezago de datos mantiene el atraso en grupos cómo invertebrados marinos, hongos, bacterias y virus que mundialmente tienen mucha representación y en Colombia poco estudio.

2.2. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia - SiB Colombia

Como parte de la Estrategia Nacional de Biodiversidad el país desarrolló el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), la red de datos abiertos sobre biodiversidad más grande del país. Esta iniciativa nace con el Decreto 1603 de 1994 como parte del proceso de creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA), establecido en la Ley 99 de 1993, y es el nodo oficial del país en la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF). Su principal propósito es brindar acceso abierto a información sobre la diversidad biológica del país para la construcción de una sociedad sostenible, en apoyo al cumplimiento de los compromisos adquiridos por el país en la CDB (1992) y el apalancamiento con las metas AICHI, siendo insumo clave para la construcción del inventario nacional de la biodiversidad del país. El SiB Colombia facilita la publicación en línea de datos e información sobre biodiversidad, y promueve su uso por parte de una amplia variedad de audiencias,

apoyando de forma oportuna y eficiente la gestión integral de la biodiversidad. Este sistema es una realidad gracias a la participación de cientos de organizaciones y personas que comparten datos e información bajo los principios de libre acceso, transparencia, cooperación, reconocimiento y responsabilidad compartida. La implementación del SiB Colombia, a partir del 2000, constituyó el primer resultado del nuevo enfoque de gestión de datos e información en el ámbito nacional y se encuentra articulado con el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) como el subsistema de información que soporta el componente de biodiversidad.

3. Información disponible sobre Biodiversidad

3.1 Estado actual de la diversidad ecosistémica en Colombia

Colombia es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas debido a la convergencia de la complejidad orográfica como el resultado de la historia del levantamiento de la cordillera de los Andes y la estabilidad climática de su geografía tropical. Dentro de Colombia existe representación de la gran mayoría de los biomas que existen en el planeta (Etter, 1993). Esta diversidad ecosistémica es el resultado de la convergencia de la complejidad orográfica de la historia del levantamiento de la cordillera de los Andes y la estabilidad climática de la geografía tropical (Etter, 1993). En 1993 se realiza un primera revisión del estado del conocimiento de la diversidad ecosistémica a nivel nacional (Etter, 1993). Algunos de los vacíos de conocimiento que se destacan son: 1) la necesidad de un modelo conceptual para la clasificación de los ecosistemas; 2) reconstrucción de la diversidad ecosistémica natural original; 3) conocer con precisión el estado de transformación de los ecosistemas con énfasis en la fragmentación; 4) establecer un Sistema Nacional de Monitoreo de Biodiversidad y 5) entender el efecto de la fragmentación y transformación en los ecosistemas. Desde esta revisión se han consolidado importantes insumos e investigaciones a nivel nacional que han permitido una avance en la comprensión de los ecosistemas en Colombia en estos diferentes criterios.

Uno de los trabajos posteriores fue el Mapa General de los Ecosistemas de Colombia a escala 1:2.000.000 que dio como resultado una clasificación jerárquica de 21 biomas y 62 ecosistemas terrestres naturales (Etter, 1998). Posteriormente a través de un esfuerzo nacional de las instituciones del Sistema de Información Ambiental (SINA) se desarrolló el primer mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC) en el 2007 (1:500.000) (IDEAM et al., 2007), que fue más recientemente actualizado en 2017 (1:100.000) (IDEAM et al., 2017). En estos ejercicios nacionales se destaca la inclusión y reconocimiento de los ecosistemas acuáticos tanto marinos como de agua dulce. Adicionalmente, se han realizado recientes evaluaciones IUCN para elaborar la Lista Roja de Ecosistemas de Colombia que han permitido evaluar el estado de transformación de 81 ecosistemas Colombia en 2012 (Etter et al. 2012) y posteriormente actualizado en 2017 (Etter et al., 2017).

En términos generales, la variedad de ecosistemas que existen en Colombia puede entenderse de forma simplificada de grandes biomas. En esta evaluación sobre el estado del conocimiento de la diversidad ecosistémica fue adoptada una categorización de 8 grandes biomas (*sensu lato*) (Bosques Andinos, Bosques Inundables, Humedales, Ecosistemas Secos, Manglares, Páramos, Sabanas y afloramientos rocosos y Selvas Tropicales) que ha sido utilizada recientemente en otras evaluaciones, que por practicidad fueron igualmente adoptados en este ejercicio (IAVH, 2019). Estas unidades de análisis permiten consistencia y comparaciones con otras evaluaciones globales y nacionales, además de representar unidades relevantes y comprensibles para la toma de decisiones a nivel nacional. con base en aspectos relacionados con las diferencias biogeográficas entre ellos y los contrastes a escala regional en mesoclima, geología, sustratos, hidrología y regímenes de perturbaciones (Faber-Langendoen et al., 2014). Para evaluar estas unidades se llevaron a cabo dos aproximaciones: 1) revisión de literatura no extensiva de la documentación e insumos nacionales generados desde 1993 abordando su delimitación, distribución espacial, biodiversidad y servicios ecosistémicos en Colombia; 2) un análisis del estado de transformación de los ecosistemas en Colombia basado índice de huella humana (IHH).

3.1.1. El conocimiento de la diversidad ecosistémica en Colombia

3.1.1.1. Bosque seco tropical y desiertos

El bosque seco tropical se caracteriza como un bioma forestal deciduo que experimenta una marcada estacionalidad con prolongadas y fuertes sequías, evidenciando un déficit hídrico (Pizano et al. 2016). Aunque aún existen dudas sobre su precisa delimitación, los patrones de precipitación (1000 – 2000 mm anuales) y origen geológico de los suelos son factores preponderantes que explican su distribución (Pizano et al. 2016). Algunas regiones de Colombia representativas del bosque seco tropical incluyen a la región Caribe, valles interandinos del río Cauca y medio-alto Magdalena, enclaves secos de los Andes y partes del piedemonte llanero (Pizano et al. 2016). Se han registrado 2569 especies de plantas, las cuales (Pizano et al. 2016). La cobertura original del bosque seco se estima que corresponde a 8.882.854 ha (7% de Colombia) (Pizano et al. 2016). Los bosques secos en Colombia se ha evidenciado que cuentan con un alto grado de endemismos y de diversidad beta reflejada en la alta disimilitud de los ensamblajes de plantas principalmente entre sus regiones (Pizano et al. 2016). Actualmente, existen importantes vacíos del conocimiento en cuanto la comprensión de su dinámica ecológica temporal y en la adecuada cuantificación de su valor en la provisión de servicios ecosistémicos (Pizano et al. 2016). Alrededor del 97 % de la cobertura de bosque seco original ha sido transformada en Colombia (Pizano et al. 2016). Los ecosistemas de los Bosques Secos Tropicales y los desiertos hacen parte de aquellos ecosistemas que se encuentran en Peligro Crítico (CR) (Etter, 2017).

3.1.1.2. Selvas tropicales o Bosque húmedo tropical

Este es el bioma forestal caracterizado más extenso de Colombia que se encuentra principalmente distribuido en la Amazonia, el sur y piedemonte de la Orinoquia, el Pacífico el

Magdalena Medio (Etter, 1997). Este bioma ocupa una gran diversidad de ecosistemas que se ubican usualmente altitudes bajas (<300 m) y suelos diversos de fertilidad baja (Etter, 1997). Son ecosistemas que presentan una estratificación compleja y una muy alta diversidad de fauna y flora (Etter, 1997). Sus servicios ecosistémicos están principalmente relacionados con la regulación climática y la provisión de materiales de soporte. Algunos de los vacíos identificados incluyen la delimitación de unidades ecológicas y la valoración adecuada de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (Etter, 1997). Los ecosistemas de bosque húmedo tropical del piedemonte llanero se encuentran en la categoría de Peligro Crítico (CR) (Etter, 2017).

3.1.1.1. Bosques Andinos o de Niebla

Es un bioma que se encuentra distribuido principalmente en los sistemas montañosos de los Andes (Moreno et al. 2017). El bosque andino presenta una distribución fragmentada con una una extensión aproximada de 34.000 km^2 en Colombia (Etter, 1998). Este bioma presenta una alta riqueza de especies con un alto nivel de endemismo comparados con otro tipo de bosques (Moreno et al. 2017). Se conocen 1657 especies de plantas, 479 especies de aves y 77 especies de mamíferos que habitan en los bosques andinos (Moreno et al. 2017) . Sus servicios ecosistémicos están ligados principalmente al suministro hídrico debido a que la vegetación de este bioma regula una parte importante del ciclo hidrológico por medio de su captura (Moreno et al. 2017). Existen 16 parques nacionales considerados estrellas hídricas que contienen mayoritariamente bosques de niebla (Moreno et al. 2017). Adicionalmente, son una fuente de turismo y recreación en donde los parques nacionales de niebla más visitados tienen bosques de niebla. Los principales vacíos de conocimiento corresponden a que existen limitaciones en la cuantificación de sus servicios ecosistémicos, por ejemplo, la cantidad de agua que aportan a las ciudades, y adicionalmente no existe un consenso en su delimitación en Colombia (Moreno et al. 2017).

3.1.1.2. Sábanas y afloramientos rocosos

Las sabanas de Colombia son un bioma donde dominan continuas extensiones de pastos (gramíneas y ciperáceas) con matorrales y árboles dispersos y discontinuos. En Colombia, las sabanas se encuentran distribuidas principalmente en la Orinoquia y en el Caribe. Sin embargo, el mayor conocimiento de esta unidad proviene de la Orinoquia.

3.1.1.3. Páramos

Los páramos se encuentran en las cimas de los Andes entre las nieves perpetuas y el bosque de niebla. Los páramos se caracterizan por ser ecosistemas que presentan un alto grado de endemismo debido a la historia de su conectividad y su distribución fragmentada (Flantua et al., 2019). Es un ecosistema emblemático debido a que Colombia tiene en su territorio alrededor del 50% de páramos del mundo, con quien solamente los comparte con Ecuador y Venezuela. Los servicios ecosistémicos de tipo de ecosistema están relacionados principalmente con la regulación hídrica, debido a que su flora presenta características de

retención de agua que dan lugar a las cabeceras de los ríos principales. Una primera delimitación por parte del Atlas de Páramo de Colombia contabilizaba 34 complejos de páramos con el 1.6 % de la superficie de Colombia (Morales et al. 2007). Recientemente en la delimitación de páramos por parte del Fondo Nacional de Adaptación se reconocen 29000 km^2 (2.5 % de Colombia). Los páramos tienen más de 4700 de especies de plantas (17 % de plantas de Colombia), contando con una guía visual para las 329 especies más comunes (Marín & Parra, 2015).

3.1.1.4. Humedales

Se consideran ecosistemas que debido a su condición geomorfológica e hidrológicas permite la acumulación de agua de forma temporal o permanente que pueden estar cubiertos o no de (Jaramillo et al. 2015). Como resultado del esfuerzo de inventario de humedales a partir del fondo de adaptación se realizó la cartografía a escala 1:100.000 de los diferentes tipos de humedales en Colombia (Jaramillo et al. 2015). En este trabajo se pudo identificar la distribución espacial de los humedales, su temporalidad, motores de transformación y servicios ecosistémicos que proveen. En Colombia, existen XX humedales RAMSAR.

3.1.1.4.1 Humedales permanentes

Los humedales permanentes son aquellos que presentan cuerpos de agua durante todo el año. Entre estos sistemas se destacan complejos lacustres de baja profundidad asociados a las planicies de inundación de los principales ríos de la cuenca Amazónica, el complejo cenagoso de la depresión momposina, los márgenes de los ríos San Juan y Baudó (Jaramillo et al. 2015). Algunos de los servicios ecosistémicos que prestan los humedales en Colombia incluyen servicios de abastecimiento como la producción de pescado, agua dulce para consumo, materias primas y medicinas naturale (Jaramillo et al. 2015). También servicios de regulación climática, regulación hídrica y depuración del agua. Así mismos servicios culturales como la identidad cultural de los pueblos locales, disfrute espiritual y recreativo (Jaramillo et al. 2015). Los humedales de la zona andina (Boyacá y Cundinamarca) se encuentran dentro de la categoría de Peligro Crítico (CR) (Etter, 2017).

3.1.1.4.2. Manglares

Los manglares son un tipo de humedal permanente el cual está cubierto bajo dosel por vegetación dominante de especies de manglar. Son humedales que se desarrollan en las zonas salobres entre la interfaz de los ambientes marinos y de agua dulce (Jaramillo et al. 2015). En Colombia, por lo general se encuentran asociados en las zonas estuarinas de las desembocaduras de los de los ríos. En la costa Caribe, la distribución de los manglares es discontinua en función de la presencia de la desembocadura de los ríos Magdalena (Ciénaga Grande de Santa Marta), Sinú y Atrato. En el Pacífico los manglares presentan un mayor desarrollo en términos de extensión y tamaño debido a los elevados niveles de precipitación de esta región. En términos de sus servicios ecosistémicos los manglares son de vital importancia para el protección de las costas ante la erosión, para los recursos pesqueros debido a que son el área de crianza de muchas especies marinas de importancia comercial y para materiales de construcción provenientes del aprovechamiento pesquero (Blanco-Liberos & Álvarez-León,

2019). El proyecto de Manglares de Colombia (1991-1995, 1999-2001) ha provisto un volumen importante de información acerca de este ecosistema en cuanto a su distribución y características hacía resaltar su importancia global e informar la toma de decisiones su relevancia (Blanco-Liberos & Álvarez-León, 2019).

3.1.1.4.3. Ecosistemas inundables o humedales temporales

Los ecosistemas inundables son aquellos ecosistemas que presentan cuerpos de aguas temporales asociados a los períodos de altas lluvias permitiendo la conexión entre los ecosistemas terrestres y acuáticos. En Colombia, estos sistemas ocurren principalmente al margen de los principales ríos de tierras bajas. El funcionamiento de estos ecosistemas depende íntimamente de la sincronización, duración y extensión del pulso de inundaciones. En la Amazonia, los bosques de inundación poseen vegetación particular que aprovechan las inundaciones para dispersar sus frutos y semillas que muchas especies acuáticas consumen como su época de crecimiento (Correa & Winemiller, 2014). En la Orinoquia se concentran los principales humedales temporales gracias a las sabanas de inundación que ocurren en Casanare y Arauca. Los principales servicios ecosistémicos asociados están relacionados al reciclaje de nutrientes mantenimiento la fertilidad de los suelos.

En conclusión, los estudios a nivel de ecosistemas no han sido tan notorios como los estudios a niveles más finos de la diversidad biológica y se encuentran lejos de ser completos. Estos ejercicios han sido posibles gracias al avance de tecnologías como los sistemas de información geográfica en los últimos años. Sin embargo, aunque existe una importante línea base de la caracterización física y espacialización de los ecosistemas, en la actualidad existen vacíos importantes en cuanto a la adecuada valoración integral de la biodiversidad que soportan y sobre todo de sus servicios ecosistemas que proveen. Colombia es uno de los países con menor investigación en servicios ecosistémicos de Latinoamérica (Balvanera et al. 2012).

3.1.2 Tendencias e impacto humano sobre los ecosistemas de Colombia

Los ecosistemas se están transformando rápidamente a medida que el uso de la tierra se intensifica y la densidad poblacional aumenta en Colombia. Estos cambios han afectado en diferente grado su capacidad para proveer bienes y servicios a las personas y para sostener la biodiversidad que albergan. Diversas publicaciones relacionadas con la transformación de los ecosistemas en Colombia, como el documento de transiciones socio-ecológicas (Andrade et al. 2018), la actualización de la Evaluación de riesgos de los ecosistemas continentales colombianos (Etter et al. 2017) y varios reportes del estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia (Etter et al. 2016; Patiño et al. 2016) han estimado que, en el año 2015, el 34 % de los ecosistemas naturales de Colombia han sido transformados, el 37 % de los bosques, el 24,9 % de las sabanas y el 15,9 % de los páramos (Etter et al. 2016). Además, se ha calculado que de la extensión total de humedales el 24 % presentan algún tipo de transformación resultante de los usos antrópicos (Patiño et al. 2016). Así mismo, el bosque seco tropical, ha sido quizá el ecosistema más transformado dado que de su área original (9.000.000 ha), se ha perdido el 92 % (Pizano et al. 2016).

En base al análisis basado índice de huella humana (IHH), se identificó un incremento progresivo en la huella humana sobre los ecosistemas continentales de Colombia entre 1970 y 2015 (Figura 1). Los más impactados por las actividades humanas han sido los Ecosistemas secos y los Bosques Andinos, los cuales presentaron los valores promedio más alto de IHH (28 a 50). Esto es preocupante teniendo en cuenta que los bosques andinos concentran una alta diversidad de especies endémicas (Ocampo-Peñuela y Pimm, 2014) y equilibran el ciclo hidrológico, jugando un papel fundamental en el aprovisionamiento de agua para los millones de personas que viven en la región andina. Por otro lado, los ecosistemas secos se encuentran en estado relictual y han sido ampliamente afectados por la expansión agropecuaria, son uno de los ecosistemas en riesgo, muy importantes por la provisión de alimento a las comunidades locales e insumos farmacéuticos (Aldana-Rodríguez et al. 2017). En el nivel de impacto humano les siguen los cuerpos de agua, los Páramos y los Manglares (IHH promedio entre 15 y 32), lo cual no es menos alarmante teniendo en cuenta que son ecosistemas esenciales en la regulación hídrica, y en el aporte de agua a otros ecosistemas.

Las selvas tropicales y las sábanas presentaron los valores de IHH promedio más bajos entre 1970 y 2015 y corresponden a los ecosistemas con un mayor incremento de impacto humano en dicho periodo. Las selvas tropicales, aumentaron más del doble el valor promedio de IHH desde 1970 al 2015 (incremento del 103% en los valores promedio de IHH) y las Sábanas también presentaron una tendencia muy similar (incremento del 86% en los valores promedio de IHH). Esto indica que son los dos ecosistemas de Colombia en los que más rápidamente aumenta el impacto humano, a pesar de que presentan el área más grande sin transformar en comparación a los demás (85 y 91 % respectivamente). El incremento de la presión humana sobre las selvas tropicales ha sido asociado a la expansión de la deforestación (Etter et al. 2006; Armenteras et al. 2013), en su mayoría debido a que las tierras bajas y los piedemontes suelen ser más adecuadas para la colonización, la construcción de infraestructura y la ganadería (Geist y Lambin, 2002). En cuanto a las Sabanas, Etter et al. (2011) indican que los cambios en el uso del suelo y la creciente transformación en campos de pastoreo para ganadería, cultivos y plantaciones de palma de aceite están afectando los procesos ecológicos como el ciclo del carbono y la riqueza en términos de biodiversidad.

El incremento de los valores promedio de IHH sobre los ecosistemas continentales de Colombia fue notablemente más alto entre 1970 a 1990. Sin embargo, la huella humana sobre las selvas tropicales y sabanas tiende a estabilizarse para el periodo de tiempo más reciente (2000-2015). Esta tendencia puede estar influenciada por que los ecosistemas alcanzan un nivel muy alto de impacto sumado a un decrecimiento notable en su área remanente. Para este periodo de tiempo es considerable el aumento en la presión humana sobre las selvas tropicales, manglares y sabanas. Por otro lado, los Páramos y los Bosques inundables también han sufrido un incremento considerable en los niveles de presión humana entre 1970 y 2015. Los páramos aumentaron la huella humana en un 57% y los bosques inundables en un 62% en dicho periodo de tiempo. Esta tendencia sumada a la pérdida del 28% y 31% de su área original respectivamente, es preocupante porque son ecosistemas sumamente frágiles al impacto humano y están ligados a la provisión y regulación del agua.

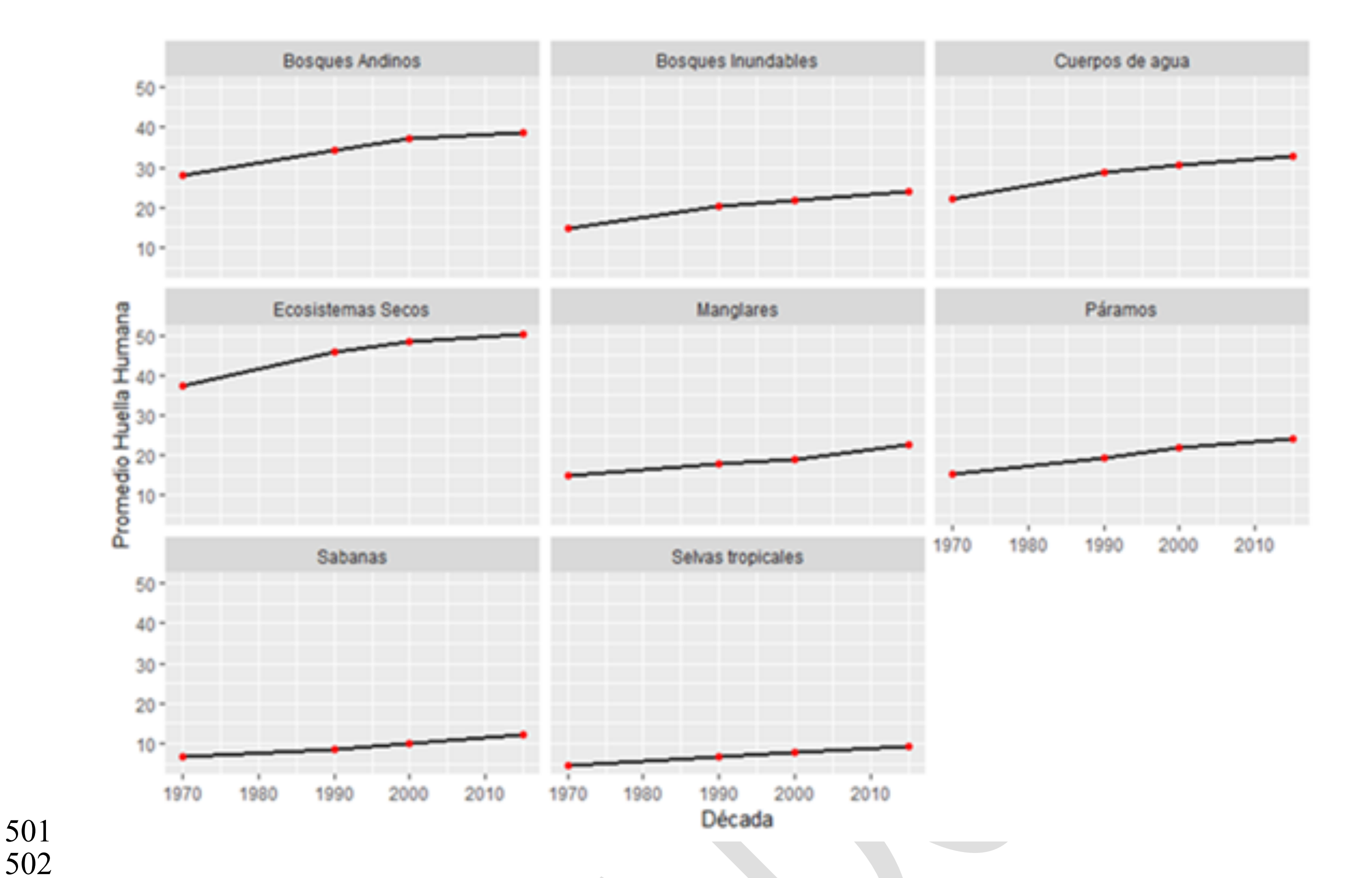


Figura 1. Distribución de valores promedio de IHH para los ecosistemas de Colombia en 1970, 1990, 2000 y 2015. Para mapear el impacto acumulado de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas se requiere relacionar datos sobre la intensidad del uso del suelo y la distribución espacial de los ecosistemas. En este sentido, nos basamos en un índice de huella humana (IHH) (Etter et al. 2011), que permite cuantificar la magnitud de la presión antrópica en un rango entre 0-100, indicando en orden ascendente la magnitud del impacto sobre los ecosistemas. El IHH incluye la agrupación de tres factores relacionados con el nivel de disturbio: Intensidad de uso del suelo, el tiempo de intervención sobre los ecosistemas y la vulnerabilidad biofísica (Etter et al. 2011). Para esta evaluación se utilizaron los mapas de huella humana en Colombia correspondientes a 1970, 1990, 2000 y 2015 (Correa et al. 2018), y se sobrepuso esta información con los mapas de distribución de los 8 grandes grupos de ecosistemas nombrados anteriormente. Se reporta la tendencia del impacto antrópico con base en el valor promedio de IHH desde 1970 al 2015.

En cuanto a las tendencias e impactos humanos sobre los ecosistemas es notorio que los niveles de presión antrópica sobre los ecosistemas de Colombia se han incrementado de forma progresiva en las últimas 4 décadas y se ha expandido sustancialmente sobre la mayoría de los ecosistemas, en especial el Bosque andino y los Ecosistemas secos. No obstante, los demás ecosistemas no disminuyen el grado de impacto humano y este se acentúa, sumado a la acelerada pérdida de área no transformada. En este sentido, las tendencias acumuladas resultan en un incremento acelerado en la huella humana que podría ser analizado en un nuevo periodo de tiempo (p.e. 2015-2018), o llevado a periodos futuros más largos que sean compatibles con objetivos globales de conservación (p.e 2020 o 2030), de ahí la importancia de un monitoreo regular en el IHH. El análisis del cambio en la huella humana sobre los ecosistemas puede ser

muy útil para avanzar en el seguimiento de las estrategias de conservación como la restauración, la identificación de prioridades para la conservación o el papel de las áreas protegidas para controlar presiones humanas. Por lo tanto, se puede conocer si tales estrategias efectivamente mitigan o reducen la huella humana para un ecosistema en específico.

3.2. Estado actual de la diversidad específica por grupos biológicos

En este apartado se presentan elementos generales del conocimiento de la biodiversidad a nivel de especies en grupos biológicos gruesos: Invertebrados, peces, anfibios y reptiles, aves, mamíferos, plantas y hongos, empleando referencias bibliográficas y datos institucionales liberados. Aunque un compendio completo del conocimiento sobre todos los grupos escapa a los alcances de este trabajo, se presentan elementos de interés en cuanto a la distribución geográfica de la diversidad taxonómica.

3.2.1. Animales

3.2.1.1. *Invertebrados*

La diversidad de invertebrados en Colombia es un todo un universo por descubrir y los avances adquiridos en su reconocimiento son una señal de que hasta ahora "sólo hemos arañado la punta del iceberg". Andrade-C. (2011) señalaba para los invertebrados marinos el reconocimiento de 280 especies de esponjas, 688 decápodos, 91 especies de Isopoda y 50 especies de Stomatopoda. Los invertebrados marinos como los crustáceos y los moluscos, son un aporte de la naturaleza como alimento, está autorizado la pesquería de 22 especies de crustáceos y 10 especies de moluscos, los cuales en el segundo semestre de 2018 se desembarcaron 650 t, según datos de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - Aunap (2019).

En cuanto a invertebrados terrestres los grupos más estudiados incluyen: Coleoptera (6.000 especies), Decápodos (688 especies), Hymenoptera (9.806 especies), mariposas (3274 especies) (Andrade-C., 2011) y díptera (3135 especies) (Wolf et al, 2016). En términos de endemismo, Andrade-C. (2011) anotaba que mientras para mariposas se han reconocido 350 especies endémicas, se desconoce el nivel de endemismos en Coleoptera, Decapoda, Hymenoptera, y Aranae. El avance en el reconocimiento de especies en invertebrados puede ilustrarse con los arácnidos: Flórez-D. y Sánchez-C. (1995) registraban 1089 especies, mientras que Barriga y Moreno (2013) citaban 914 especies y Perafán y colaboradores (2013) registraron 1244 especies de arañas y un total de 1546 arácnidos en Colombia.

A la par con el avance numérico en el reconocimiento de la diversidad de las especies de artrópodos, existen aportes útiles para tomadores de decisiones como por ejemplo el de Díaz et al (2014), quienes presentan una guía de campo para la identificación de invertebrados marinos de importancia comercial en la costa Pacífica de Colombia. A pesar de los avances, la diversidad de muchos grupos de invertebrados es desconocida en el país, así como la cuantificación de sus aportes específicos al desarrollo de funciones ecosistémicas como la

descomposición de la materia orgánica y el ciclaje de nutrientes. Además de la gran importancia en reconocer la diversidad de invertebrados locales, hay que considerar la presencia de especies introducidas, como en el caso de tremátodos, moluscos y crustáceos introducidos a Colombia, habiéndose reconocido 20 introducciones (Álvarez-León & Gutiérrez-Bonilla, 2007).

Dentro de los invertebrados terrestres están los insectos, uno de los más diversos y abundantes en el planeta. Se calcula que por cada ser humano en el planeta habría 200 millones de estos organismos y que éstos representan más de la mitad de todas las especies en el planeta (Cano, 2014). Aun cuando la taxonomía de estos organismos es cambiante, se reconocen 33 órdenes de insectos (Wheeler et al 2001). Referencias históricas al estudio de este grupo en Colombia pueden encontrarse en Andrade-C, et al (1996), Amat-García et al (1999), Fernández et al (2004), Amat-García et al (2007), Amat-García y Fernandez (2011) y en López-Arévalo et al (2014).

Por su parte, la entomología agrícola en Colombia, dentro de sus múltiples aportes al desarrollo del país, ha representado una importante fuente constante de información sobre la biodiversidad a nivel de insectos, hongos, bacterias y otros microorganismos. Las memorias de los congresos y la revista de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), aportan constantemente información asociada a la diversidad biológica, no sólo en cuanto a la diversidad específica, sino también en cuanto a la diversidad funcional. Algunos de los aportes en este campo se ejemplifican en los trabajos de Vélez (1997) sobre insectos de importancia agrícola en Colombia, así como el de Madrigal (2003), sobre insectos de importancia forestal, los de Vergara-Ruiz (1996) y de Cardona y Mesa (2015) sobre entomología económica y manejo de plagas, entre muchos otros valiosos aportes. Zenner de Polania (2017), presenta una referencia histórica en este campo. Además de las reconocidas interacciones entre "hospederos y organismos plaga", día a día aparecen nuevos elementos de la biodiversidad que atraen la atención de investigadores relacionadas con cultivos de importancia económica como por ejemplo el café (Constantino et al, 2014; Constantino et al, 2018).

3.2.1.2. Peces

La gran riqueza hídrica representada en una amplia variedad de ecosistemas acuáticos en Colombia, tanto marinos como de agua dulce, ha permitido el desarrollo de una gran diversidad íctica En Colombia se estima la presencia de aproximadamente 4100 especies de peces, de las cuales aproximadamente el 63% habitan en ecosistemas marinos y estuarinos (Acero & Polanco, 2017), mientras el restante en ambientes dulceacuícolas.

A las especies marinas y estuarinas corresponden aproximadamente 2450 especies de la peces óseos (Acero & Polanco, 2017) y 138 de peces cartilaginosos (Mejia-Falla & Navia, 2019). Esta cifra aumenta continuamente con el avance en el muestreo e identificación en el territorio nacional tanto en áreas marinas como continentales.

Colombia, es el segundo país en diversidad de peces de agua dulce en el mundo después de Brasil (DoNascimiento et al., 2017), con registro de 1512 especies pertenecientes a 16 órdenes, de los cuales los más diversos son Characiformes con el 43% de las especies reportadas y Siluriformes con 39% especies. Las zonas del país con mayor diversidad corresponden a la Amazonía, donde se reporta el 46% de las especies identificadas y la Orinoquia donde habita el 43% de las mismas. De este grupo se consideran endémicas 381 especies (Asociación Colombiana de Ictiólogos, 2019).

Esta gran riqueza íctica del país, enfrenta amenazas, es así como 109 especies de peces, 56 especies marinas y 53 de ecosistemas dulceacuícolas, han sido categorizadas con algún grado de amenaza tanto en los libros rojos de peces marinos (Chasqui et al., 2017) y de peces dulceacuícolas (Mojica et al., 2012), como en la Resolución 1912 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2017).

De los peces marinos, seis especies enfrentan peligro crítico, siete se consideran en peligro y 43 son vulnerables, encontrando que los principales motores de esta amenaza son la sobrepesca y el deterioro de hábitats costeros, impactados por el desarrollo y el cambio climático (Chasqui et al., 2017). En términos de especies dulceacuícolas amenazadas, se reporta la extinción de la especie *Rhizosomichthys totae*, de la cual no se han colectado ejemplares desde 1958, asociando su extinción a la competencia con el capitán de la sabana que fue introducido en ese lago en los años 50 (Mojica et al., 2012). En cuanto a las especies categorizadas tanto en el libro rojo, como en la Resolución 1912 (MADS, 2017) , una se contempla en la categoría de peligro crítico, cuatro en peligro y 48 vulnerables, encontrando que la principal causa de la disminución y pérdida de poblaciones de peces es el deterioro de su hábitat, debido a procesos de minería, construcción de hidroeléctricas o vías, expansión de la actividad agropecuaria, introducción de especies invasoras, contaminación por efluentes domésticos e industriales, cambio climático y la combinación de varios de estos factores (Acero & Polanco, 2017; DoNascimiento et al., 2017).

Los peces desde épocas precolombinas han sido un aporte de la naturaleza a la población, aprovechados como fuente de proteína animal y en tiempos recientes comercialmente. Se reportan como recursos pesqueros de consumo 173 especies ícticas dulceacuícolas (Lasso et al., 2010) y 423 marinas (Aunap 2019). En el segundo semestre de 2018, los desembarcos de especies de agua dulce se estimaron en 5.119 t y de las marinas en 17.913 t (Aunap, 2019).Otros recursos ícticos son usados como peces ornamentales, destinados a la exportación. La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca autorizó el uso con este fin de 522 especies (Resolución 1924 de 2015) estas últimas presentes principalmente en la Orinoquia y Amazonia, de las cuales en el año 2016 se exportaron aproximadamente 12.5 millones de ejemplares (Aunap, 2017).

3.2.2.3. *Anfibios y Réptiles*

La herpetofauna (anfibios y reptiles) colombiana ocupa una posición importante en términos de biodiversidad en el mundo, considerándose Colombia, como el segundo país más rico en diversidad de anfibios y el tercer país en reptiles (SiB, 2018). Mientras que Sánchez-C et al (1995) compilando la información bibliográfica obtuvieron registros sobre 475 especies de reptiles con área de distribución en Colombia, se estima hasta la fecha un número aproximado de 537 especies de reptiles, 6 de ellas identificadas como migratorias, y 115 como especies endémicas (Andrade Correa, 2011; Morales-Betancourt et al., 2015; SiB, 2018). Así mismo se cuenta con 825 especies de anfibios, de las cuales 367 son especies endémicas (Acosta Galvis, 2019; Andrade Correa, 2011). La diversidad de reptiles de por regiones biogeográficas se presenta en la siguiente figura.

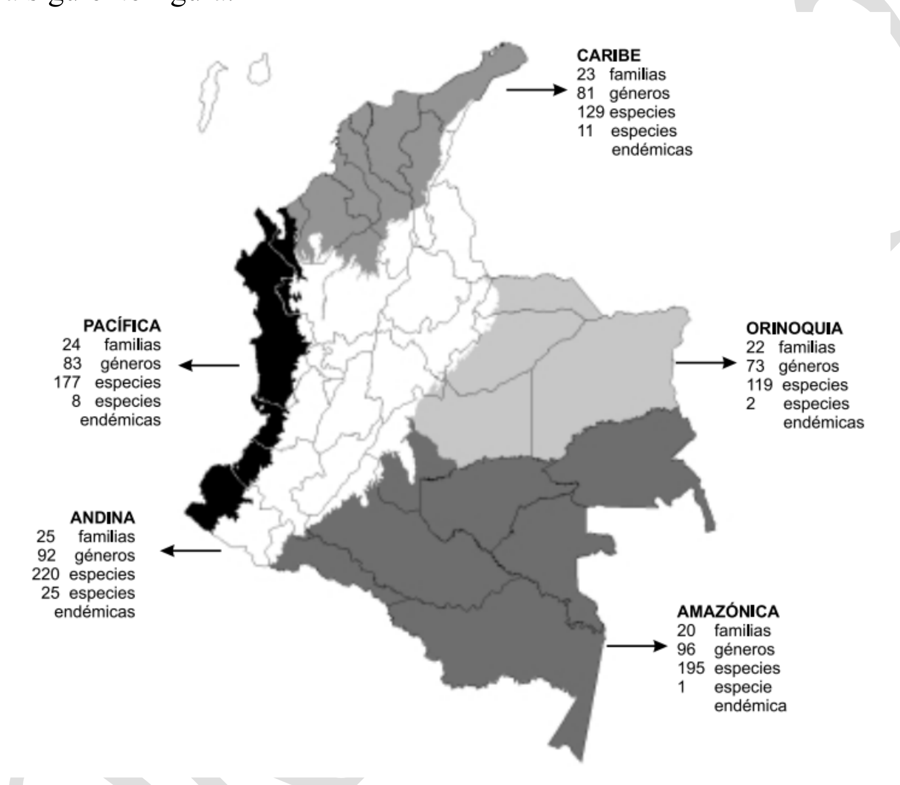


Figura 2. Diversidad de reptiles de Colombia por regiones biogeográficas (Páez et al, 2006).

3.2.2.4. *Aves*

Las aves constituyen uno de los grupos taxonómicos más representativos y conocidos de Colombia, dado que el país que ocupa el primer puesto en número de especies de aves en el mundo con 1909 (Avendaño et al. 2017, BirdLife International, 2019; Renjifo & Amaya-Villarreal, 2017). El conocimiento de las aves en el país ha tenido un avance muy significativo desde 1986 cuando se publicó la Guía de Aves de Colombia (Hilty y Brown 1986) con la adición de más de 200 especies nuevas. Las nuevas adiciones que corresponden a nuevos registros para el país se concentran en las zonas fronterizas (sur del Chocó, Darién, Amazonía, San Andrés y Providencia) mientras que la mayoría de especies nuevas para la ciencia se han encontrado en la zona andina han sido descubiertas a lo largo de las cordilleras Central y Occidental. Para el 2017, Avendaño et al. (2017) realizaron una síntesis del estado de conocimiento de aves en Colombia desde 1986, estimando la presencia de 1909 especies. De este número, el 4% son aves endémicas, y el 14.4% migratorias (Avendaño et al., 2017). Estos

mismos autores llaman la atención sobre la baja cantidad de estudios e inventarios en la Orinoquía, la Amazonía y el norte de la costa Caribe, lugares prioritarios para la investigación.

Dado el potencial y notable aumento del aviturismo en el país es importante destacar las 83 especies especies que son únicas a Colombia (endémicas) y que son las que más llaman la atención de los observadores. Las especies endémicas se concentran en lo que la entidad conservacionista BirdLife International ha denominado Áreas de Endemismo Aviar (EBAs por sus siglas en inglés, Stattersfield et al. 1998). Colombia cuenta con 20 Áreas de Endemismo Aviar (BirdLife International, 2019, Figura 3), estas regiones merecen especial atención de conservación por alojar especies únicas en el planeta y por ser llamativas para observadores de naturaleza.

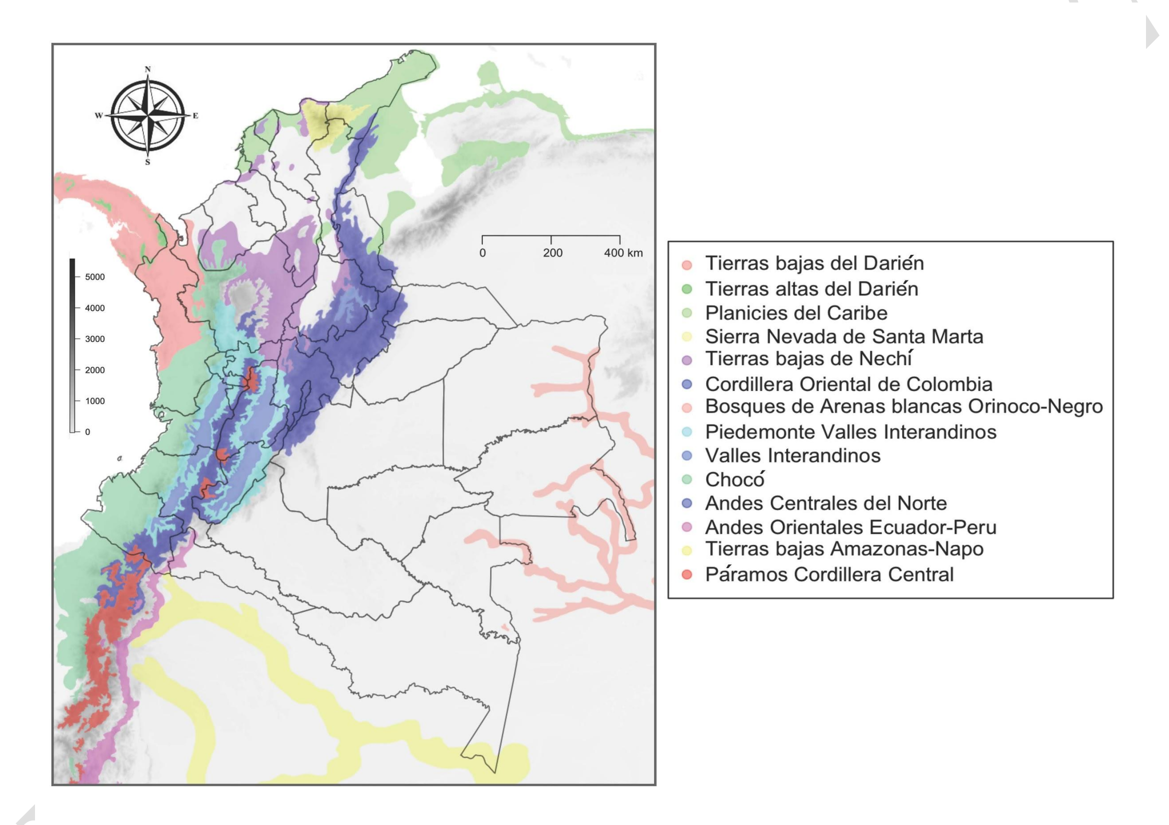


Figura 3. Áreas de endemismo aviar (EBA) de Colombia según BirdLife Internacional. Las EBA son regiones del mundo en donde coincide la presencia de dos o más aves con distribuciones muy restringidas (menos de 50.000km2) y por lo tanto endémicas a estas áreas.

El grado de amenaza de este grupo tan cercano a la gente es preocupante, el 7% (140 especies) de la avifauna nacional presenta alguna categoría de amenaza (Renjifo et al. 2016). La mayor parte de las aves endémicas del país (66.3%) está amenazada y las aves amenazadas en el país se concentran en la zona andina, la Sierra Nevada de Santa Marta y las montañas del Darién (Renjifo et al. 2016). La mayor causa de amenaza de las aves colombianas es la pérdida de hábitat; las autoridades ambientales tienen una gran responsabilidad de evitar la extinción de esta riqueza icónica.

3.2.2.3. Mamíferos

Colombia presentaba un total registrado de 471 especies, que representan aproximadamente el 10% de la diversidad total del mundo para este grupo (Alberico et al, 2000). Mientras que Solari et al (2013) actualizaron la diversidad de especies de mamíferos a 492, Ramírez-Chaves y Suárez-Castro (2014) señalaron el incremento del número de especies en los últimos años (Figura 4), con la presencia de 500 especies de mamíferos para Colombia. Hoy en día se tiene el registro de 528 especies (Sociedad Colombiana de Mastozoología, 2016). Este grupo ha presentado una evaluación amplia en diversas zonas del país, como por ejemplo en los departamentos de Caldas (Castaño et al, 2003), de Córdoba (Racero-Casarrubia et al, 2015), del Chocó (Arias-Alzate et al, 2012), del Valle del Cauca (Rojas-Díaz et al, 2012), del Cauca (Ramírez-Chaves y. Pérez, 2010), Antioquia (Cuartas y Muñoz 2003), Nariño (Ramírez-Chaves y Noguera-Urbano, 2010) y Magdalena (Granados, 2013).

Así mismo, se han hecho evaluaciones en parques nacionales como por ejemplo en Munchique (Mejía, 2009), en zonas costeras (Ballesteros et al, 2007), en cuencas como la del río Chinchiná (Escobar-Lasso et al, 2013), en páramos altoandinos (Medina et al, 2015), en relictos de bosque seco como en el Tolima (García-Herrera et al, 2015), en áreas periurbanas (Liévano y López, 2015), o de interés para la conservación como los montes de María (Galván-Guevara, 2010), así como en explotaciones agropecuarias como de palma de aceite (Pardo-Vargas y Payán-Garrido, 2015), entre muchos otros. Por otra parte, se ha señalado la presencia de 62 especies de mamíferos introducidos en Colombia (Ramírez-Chaves et al, 2011).

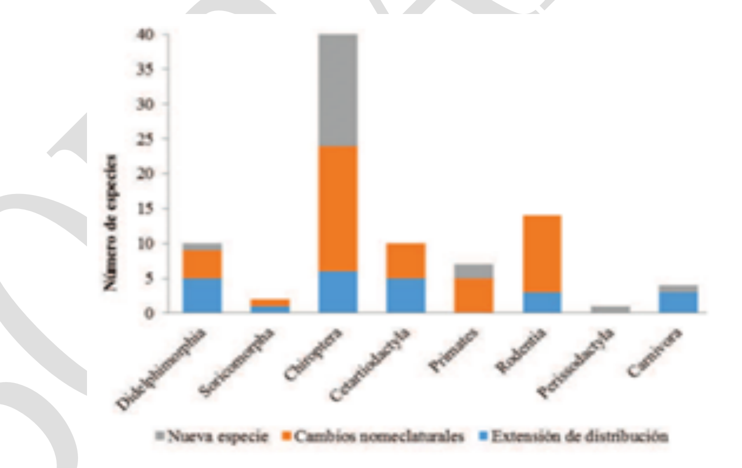


Figura 4. Incremento neto en el número de especies de mamíferos por orden registrados en Colombia en los últimos 15 años. Fuente: Ramírez-Chaves y Suárez-Castro (2014)

3.2.2. Plantas

Históricamente, Colombia ha sido reconocida como uno de los países con mayor diversidad de plantas (Schultes, 1951) y comunidades vegetales (Rangel, 2015) del planeta. El catálogo de plantas y líquenes de Colombia, publicado recientemente, reporta para Colombia la presencia de 24.530 especies de plantas vasculares, de las cuales el 93% (22.841 son angiospermas) y el 6.7% (1643) son helechos y afines (Bernal et al, 2016). Este mismo autor reporta 13

antocerotas, 932 musgos y 704 hepáticas y 1674 líquenes, para un total de 27.861 especies. De las 769 especies cultivadas hay al menos 15 que ya se han naturalizado en el país, por lo que ahora hacen parte de la flora silvestre de Colombia (Ver Tabla XX). De las especies registradas en el catálogo, 6411 (el 23 %) son endémicas. El 96 % de las especies endémicas (6154 especies) son plantas vasculares y representan el 26 % de las especies nativas en ese grupo. Este porcentaje de endemismo en las plantas vasculares es igual al registrado en Ecuador (26 %) y comparable al registrado en Perú (31 %) (Jørgensen & Ulloa Ulloa, 2006). Las familias con mayor cantidad de especies endémicas son Orchidaceae (1477), Asteraceae (523), Melastomataceae (314), Araceae (266) y Piperaceae (243). Otras familias con más de 200 especies endémicas son Rubiaceae, Acanthaceae y Bromeliaceae.

Las plantas son el fundamento estructural de los ecosistemas terrestres y responsables de un gran número de procesos ecológicos (almacenamiento de carbono, protección del suelo, etc.) que proporcionan una gran cantidad de servicios a los humanos. De tal manera, la conservación de las plantas es importante para la supervivencia y bienestar de la humanidad. Para lidiar con la pérdida de biodiversidad de plantas, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) ha propuesta instrumentos como la la Estrategia Global para la Conservación de Plantas (EGPC) (Jackson 2010). Como firmante del CBD, Colombia ha generado políticas institucionales y estrategias que aportan a la conservación de la biodiversidad del país y en el 2001 fue pionero al formular una Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (ENCP), como un instrumento orientador para la implementación de acciones dirigidas hacia el conocimiento, conservación y uso sostenible de la flora colombiana, generando espacios de integración y vinculando a los actores claves con la temática. En 2010 se realizó una valoración de los avances en la implementación de la ENCP y se incluyó una actualización de los ejes temáticos iniciales de la primera con los objetivos y metas propuestas por la Estrategia Global (García et al. 2010). Un resumen de los objetivos y las metas de la ENCP fue presentada recientemente por Castellanos et al. (2017).

3.2.3. Fungi

El estudio de los hongos en Colombia se remonta a 1928 cuando se publica un primer listado de 610 especies enfocado sobre todo a los fitopatógenos (Chardon y Toro, 1930). Posteriormente entre 1978 y 1983 bajo el título Hongos de Colombia, 10 publicaciones describieron Ascomicetes y Basidiomicetes macroscópicos así como fitopatógenos. Precisamente uno de los grupos mejor estudiados en Colombia son las royas donde 456 especies han sido reportadas asociadas a 86 géneros de plantas (Buriticá et al., 2014). Así como los fitopatógenos, los hongos liquenizados han ocupado un importante lugar en la investigación de su diversidad en el país dado que se ha desarrollado a la par de la botánica. Ya se cuenta con un listado actualizado de 1674 especies (Bernal et al. 2016). En cuanto a macrohongos en el 2013 se reportaron 1231 especies de las cuales 181 especies corresponden con el filo Ascomycota y 1058 al filo Basidiomycota (Vasco y Franco-Molano 2013). No obstante en la última década el incremento el número de especies de hongos ha sido promovido por el uso de herramientas moleculares que han resuelto la posición filogenética de muchas especies. Doce nuevas especies han sido encontradas en las selvas húmedas de la Amazonia (Sanjuan et

al. 2014; Vasco et al. 2014; Sanjuan et al. 2015; Grupe et al. 2016; Yilmaz et al. 2016), tres en los bosques andinos de los Andes Nororientales con predominancia de robledales (Chirivi et al. 2017; Vargas et al. 2017) y una en ecosistemas urbanos (Chirivi et al. 2015). Es importante resaltar los avances en el conocimiento de los hongos de acuerdo con su funcionalidad: 89 especies de hongos ectomicorrizicos asociados a los bosques de *Pseudomonotes tropenbosii* en el Amazonas (Vasco et al. 2018) y 116 especies asociados a los bosques de *Quercus humboltii* de Boyacá y Santander han sido reportados (Vargas & Restrepo, 2019), así como 33 especies de hongos entomopatógenos con potencial biotecnológico para el país (Sanjuan, 2015).

En el mundo hay dos estimaciones sobre el número de hongos la de D. Hawksworth (1991) que estima que hay 6 especies de hongos asociada por cada especie de planta, y la de M. Blackwell (2011) estima que hay 35 especies de hongos por cada planta, incluye aquí las nuevas técnicas moleculares. Entonces sí se han catalogado en Colombia 23.754 especies de plantas vasculares (Bernal et al. 2016) y al momento se han registrado 3026 especies de hongos para el país, entonces sólo conocemos menos del 2 % de nuestra diversidad fúngica. De hecho sólo tres universidades en el país cuentan con asignaturas dedicadas a la micología y sólo tres grupos de Investigación avalados por Colciencias tienen como su objeto de estudio principal a los hongos. En cuanto a colecciones de hongos macroscópicos el Herbario de la Universidad de Antioquia es la colección más grande con 11.207 accesiones con sólo el 45 % de las colecciones identificadas a nivel de especie y con una curadora oficial de cargo. La siguiente colección en números es la del Herbario Nacional de Colombia que hasta el momento no ha tenido un curador de base y posee al menos 3.500 colecciones. En cuanto a hongos microscópicos la Agrosavia posee ++++ accesiones y la colección de microorganismos de la Pontificia Universidad Javeriana alberga 90 cepas entre levaduras y hongos filamentosos.

3.2.4. Microorganismos

En construcción.

3.3. Estado actual del conocimiento de la diversidad genética en Colombia

La variación genética determina la forma en que una especie interactúa con el medio ambiente y con otras especies y es producto de su historia. Esta puede detectarse a escala molecular estudiando los cambios en la estructura del ADN, o indirectamente en las proteínas que codifican genes específicos.

La diversidad genética se ha convertido en una aproximación valiosa y de uso creciente para estimar la diversidad en muchos países incluso en Colombia, gracias a la disponibilidad de herramientas moleculares costo-efectivas que han resultado ser eficientes en la estimación de la variabilidad a nivel de los genes y que facilitan por ejemplo, la asignación de identidad a especímenes con base en su material genético aunque el nombre asignado por morfología no esté disponible inicialmente (Leite, 2012; Velasco-Cuervo et al., 2016). Entre las herramientas moleculares más usadas se encuentra el llamado código de barras genético de ADN (conocido ampliamente como "*DNA barcoding*"), el cual utiliza secuencias de ADN estandarizadas de

una región particular del genoma (gen mitocondrial *cox1*), para la caracterización de las especies (Hebert, Ratnasingham, & deWaard, 2003; Klopfstein, Kropf, & Baur, 2016; Wilson, 2012).

Aunque la propuesta del código de barras de ADN surgió inicialmente para la realización de inventarios biológicos y la identificación de especies animales a partir del gen mitocondrial que codifica para el citocromo c oxidasa subunidad 1: (*cox1*), la técnica se ha extendido a la identificación de otros grupos, como plantas y hongos, usando otras regiones como cloroplasto(matk, rbcL entre otros) para las plantas, nucleares para los hongos (ITS2) y ribosomales para las bacterias (16S) (Paz, González, & Crawdford, 2011). Consecuentemente, a partir de la información genética derivada de esta iniciativa, el consorcio *Barcode of Life Consortium*, promotor de la metodologìa en un esfuerzo mundial por crear una librería de secuencias de ADN de referencia, estableció un sistema de información conocido como *Barcoding of Life Data system* (BOLD), con base en el cual se puede obtener cifras sobre el estado actual de conocimiento de la diversidad biológica de un país o región con base en las moléculas adoptadas por la iniciativa. Así, usando el código de barras de ADN, es posible identificar una especie con información que relaciona datos geográficos y fotografías.

La diversidad genética es una herramienta de gran utilidad para la gestión de la biodiversidad en el sentido que permite por ejemplo, evaluar y precisar la necesidad de conservar zonas con especies con características genéticas únicas, conocer genotipos en riesgo de extinción y facilitar con base en las características genéticas el reconocimiento de especies con particular interés en aspectos como tráfico ilegal, restricciones cuarentenarias e incluso bioprospección.
Para la fecha, la base de datos de la iniciativa a nivel mundial de la cual Colombia participa, registra 6.692.933 especímenes con secuencia *barcode,* que representan aproximadamente 195.000 especies de animales, 68.000 especies de plantas, y 22.000 especies entre hongos y protistas (BOLD, 2019; Ratnasingham & Hebert, 2007). Para el caso de Colombia, se registran 8.018 secuencias *barcode* que representan alrededor de 6 especies de protistas, 95 especies de hongos, 240 especies de plantas y 1423 especies de animales (1001 especies de artrópodos, 151 especies de aves, 118 especies de peces, 95 especies de anfibios, 25 especies de reptiles, 4 especies de mamíferos, y los restantes corresponden a grupos muy particulares de animalia como los “chorros marinos” (BOLD, 2019).

Estas secuencias proveen una base de datos cientìfica referencial que facilita el incremento en el conocimiento sobre la diversidad biològica del paìs, la correcta identificaciòn de las especies y estimar por ejemplo su fluctuaciòn poblacional y distribuciòn geogràfica.
En este sentido, la realizaciòn de anàlisis espacio temporales en relaciòn con el impacto de factores ambientales y estocásticos, informaciòn crucial en la elaboraciòn de planes de manejo y programas de investigaciòn, puede adelantarse con la ayuda de bibliotecas digitales de especies y grupos de interès como especies nativas, endèmicas o introducidas en àreas protegidas o privadas o en ecosistemas fràgiles. Esta informaciòn tambièn puede utilizarse como herramienta de peritaje en delitos ambientales como pesca y cacerìa ilegal o comercializaciòn y consumo de especìmenes. Adicionalmente permite demostrar y fortalecer el valor de las colecciones biològicas como repositorios de diversidad genètica y patrimonio

de la naciòn. A continuación se muestran los avances a nivel genético de los grupos más representativos de la diversidad Colombiana en IBOL.

3.3.1 Insectos

Para Colombia se encuentran hasta la fecha 5.498 registros de especímenes de insectos con secuencia *barcode*, de las cuales 4.303 se han identificado hasta el nivel de especie, y representan un total de 995 especies pertenecientes a 13 órdenes que corresponden al 50% de los 26 reportados para Colombia por la organización internacional *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF.org, 2019).

De acuerdo con la literatura para Colombia existen 38 especies de insectos amenazadas, y solamente para 3 de ellas, pertenecientes al grupo de mariposas, tienen secuencias de código de barras de ADN: *Lymanopoda paramera*, *Heliconius heurippa* y *Morpho rhodopteron*. Estas especies se ven amenazadas por actividades de expansión agrícola y ganadera, fumigación con herbicidas e insecticidas, y actividades de tala de bosques y suplantación por cultivos ilícitos. Además, teniendo en cuenta su estrecho rango de distribución y endemismo, estos factores las convierten en más vulnerables a la extinción, como el caso de *M. rhodopteron* que es exclusiva de la Sierra Nevada de Santa Marta o *L. paramera* de la Serranía de Valledupar.

La mayor cantidad de información disponible en insectos corresponde a mariposas y moscas y mosquitos de importancia ecológica y médica respectivamente. Los datos han permitido entender, especiación, patrones de coloración y aumentar los registros y conocimientos sobre la diversidad de mariposas, en especial en ecosistemas de altura incluyendo páramos (Marin et al 2018, Pyrcz 2018, Andrade 2018). En mosquitos el enfoque es hacia mejorar las actividades de control impactando la trasmisión de enfermedades. Para estos dos grupos se resalta el registro de especies para 20 de los 32 departamentos del país, entre los cuales, Antioquia, Valle del Cauca, Caquetá y Boyacá cuentan con el mayor número de insectos con información genética. En contraste, los departamentos que presentan pocos registros corresponden a Atlántico, Guaviare, y San Andrés y Providencia, dónde para el último no se cuenta con registro de insectos.

Menos información hay para abejas, hormigas y avispas en los cuales se incluyen especies de gran importancia económica y ecológica. En menor grado se han estudiado también grupos como cucarrones algunos de importancia agrícola, pero también como recicladores de nutrientes. Existen solo 20 secuencias para abejas, importantes polinizadores y productoras de miel, ninguna de las cuales es para la especie común *Apis mellifera.* Tampoco para abejas sin aguijòn con base en las cuales se realiza la meliponicultura. Estos grupos se encuentran bajo grandes presiones y en riesgo segùn numerosos estudios recientes (Zamudio 2017, Motta et al 2018) y serìa deseable aumentar el nivel de conocimiento en términos de diversidad genética.

En cuanto a avispas también son relativamente escasos los datos disponibles, se tienen 161 secuencias barcode, de las cuales se han identificado 18 a nivel de especie, representando 8

especies en total que se son en su mayoría avispas parasitoides, algunas de uso en control biológico.

Se encuentra importantes vacíos en relación con la información para insectos plagas y en particular cuarentenarias, así de las 12 registradas (ICA 3593 del 09 de Octubre de 2015), hay datos solo para 3 especies, dos de las cuales son en moscas de las frutas y una para un cucarrón plaga de palma. Para insectos como hormigas, se cuenta con 31 registros que representan 13 especies. Se considera necesario avanzar en el estudio y caracterización de insectos en este grupo de interés por las importantes implicaciones económicas.

3.3.2. Peces

Existen 466 registros, de los cuales 443 se han identificado hasta el nivel de especie, Estos datos representan 108 especies encontradas en 13 departamentos del país (Antioquia, Caldas, Caquetá, Chocó, Guainía, Guaviare, Huila, Magdalena, Meta, Putumayo, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Santander, y Vichada). El mayor número de registros se encuentran en los departamentos de Antioquia (63 especies), Caldas (38 especies) y Santander (14 especies). Con 1 a 3 registros se tienen los departamentos de Magdalena (1 solo registro), Putumayo (2, Chocó y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina con 3 registros cada uno. No existen registros para 19 departamentos. Los grupos con mayor número de especies identificadas corresponden a los siluriformes con 12 especies en 2 departamentos y ciclidos con 7 especies en 3 departamentos. Para la clase de peces cartilaginosos, incluyendo tiburones y rayas, existen 4 registros, de los cuales se ha identificado solo 1 a nivel de especie. Existe un solo registro para manta cornuda en Chocó, y para los otros 3 registros no se tiene especificado el lugar dónde fue tomada la muestra.

3.3.3 Anfibios y Reptiles

En BOLD existen 1030 registros, de los cuales 966 se han identificado hasta el nivel de especie reportàndose datos moleculares para 95 especies de anfibios del país, lo que representa un porcentaje del 12% del total de las especies estimadas.

A pesar de que la cordillera de los Andes sustenta una notable diversidad biológica en Colombia, esta área está siendo afectada gravemente por intervención humana. Actividades de explotación agrícola, pecuaria y forestal, sumadas a efectos de contaminación ambiental, han generado una mayor transformación ecológica con grandes implicaciones sobre la biodiversidad, como la generación de estados de declive en poblaciones de anfibios y reptiles, que además son considerados como grupos sensibles ante la degradación ambiental (Román-Palacios, Fernández-Garzón, Valencia-Zuleta, Jaramillo-Martínez, & Viáfara-Vega, 2017). Asimismo, se reconoce una problemática importante de desconocimiento de información biológica y geográfica en muchas áreas del país y para linajes de anfibios y reptiles no se tiene la información suficiente para evaluar su riesgo de extinción o grado de amenaza (Román-Palacios & Valencia-Zuleta, 2018).

La informaciòn de diversidad genética para anfibios se concentra para 14 departamentos del país (Amazonas,Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Meta, Santander, Tolima, Valle del Cauca, Vaupés). El mayor número de registros se encuentra en Santander para 22 especies. Le sigue Casanare con 22 especies y Meta con 22 especies. Los departamentos menos estudiados son Vaupés con 1 solo registro y, Córdoba y Caldas con 2 registros cada uno, pertenecientes a la familia de ranas venenosas de dardo o ranas punta de flecha. Es importante señalar la ausencia de datos para 18 departamentos.

En BOLD existen 150 registros, de los cuales 88 se han identificado hasta el nivel de especie, que representan 24 especies encontradas en 24 departamentos del país, faltando datos en Arauca, Boyacá, Guainía, Nariño, Putumayo, Quindío, Vaupés y Vichada.

Se ha reconocido de la clase Reptilia, 3 ordenes (Crocodylia, Squamata, Testudines), 5 familias y 10 géneros. El grupo con mayor número de secuencias barcode corresponde a saurópsidos, que incluye lagartos,camaleones, iguanas, serpientes y culebrillas, con 119 registros en los 24 departamentos; mientras que el grupo de cocodrilos, aligátores y caimanes y tortugas presentan 11 reportes en el Atlántico y 20 en Bolívar y Magdalena. El mayor número de registros se encuentra en el departamento de Santander pero solo uno es al nivel de especie. Luego se encuentra Antioquia con 16 incluyendo 3 especies. El menos estudiado es el departamento de Sucre con 1 registro. Para Guaviare, Caquetá, y Cauca y Cesar solo se cuenta con 2 registros y no existe registros para 8 departamentos. El grupo con mayor número de especies identificadas es el de los lagartos nativos del caribe con registros para 13 especies en 7 departamentos.

3.3.4 Aves

En términos de secuencias *barcode* se han reconocido 151 especies de aves con datos de presencia para 27 departamentos, y quedando sin registros los departamentos de Atlántico, Bolívar, Guaviare, Putumayo, y San Andrés y Providencia, datos que concuerdan con la escasez de estudios de composición de avifauna en estas regiones, que para algunos casos es reflejo de los problemas históricos de orden público que han dificultado su acceso (Avendaño et al., 2017; BOLD, 2019).

Dos grupos presentan hasta la fecha el mayor número de secuencias *barcode*. El grupo de los apodiformes, que tradicionalmente incluye vencejos y colibríes y que se encuentra con frecuencia en estudios de diversidad en distintas partes del país (Ayerbe-Quiñones et al., 2008; Peña-Nuñez & Claros-Morales, 2016; Zuluaga-Bonilla & Macana-García, 2016), y para el cual hay datos de diversidad genética para 23 departamentos del territorio colombiano (Mendoza et al., 2016). De forma similar, el grupo que incluye los loros y cacatúas, que se ha reportado ampliamente en Colombia, presenta información para 19 departamentos.

Se resalta la importancia de la identificación molecular de avifauna en las áreas del país con vacíos de información y que por lo tanto ameritan mayor interés; la generación de secuencias

barcode puede constituirse como un recurso relevante en la exploración y caracterización ornitológica, haciendo hincapié que en zonas como el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina existen reportes de presencia de especies exclusivas, que incluyen aves migratorias o residentes (Avendaño et al., 2017; L. M. Renjifo & Amaya-Villarreal, 2017). Asimismo, se resalta el potencial del barcode en estudios de identificación y actualización de patrones de distribución, reconocimiento de procesos de colonización, y estimación del grado de amenaza de una especie (Amaya-Villarreal & Renjifo, 2016; Murillo-Pacheco, Rojas, & Casas, 2013). Respecto a este último, el *barcode* ha facilitado el reconocimiento de especies amenazadas, que particularmente para el caso de las aves se debe a una pérdida o destrucción de su hábitat, caza indiscriminada y/o tráfico ilegal (Baquero & Baptiste, 2003). De la Lista Roja de Especies para Colombia se reconocen alrededor de 140 especies de aves amenazadas, de las cuales 17 se encuentran en peligro crítico (CR), 56 en peligro (EN), y 67 en condición vulnerable (VU), y solamente 8 del total de las que están en peligro cuentan con secuencias *barcode* en el país. Finalmente, esta información acompañada con datos de presencia, resulta ser valiosa para la determinación del sitio de captura de especímenes comercializados ilegalmente, y de este modo servir de apoyo para la mejora y actualización de planes de conservación.

3.3.5. Mamíferos

Se tienen 11 registros, los 11 identificados a nivel de especie y representando 4 especies.
Para este grupo se han identificado 4 especies: *Homo sapiens* (1 registro en Boyacá, 7 sin especificar lugar), *Bradypus variegatus* (oso perezoso bayo) sin especificar lugar, *Orthogeomys thaeleri* (roedor) 1 registro Chocó, y *Lontra longicaudis* (lobito de río o nutria de noroeste) 1 registro en Antioquia.

3.4 Estado actual del conocimiento de la diversidad funcional en Colombia

3.4.1. Animales

3.4.1.1. *Invertebrados*

En macroinvertebrados acuáticos la aproximación ha sido principalmente en base a la clasificación de taxones en grupos funcionales previamente definidos por la alimentación. Estudios evidencian que a lo largo de los ríos del Caribe donde dominan en biomasa grupos funcionales fragmentadores y depredadores. Sugiriendo que el procesamiento de energía y materia está a cargo de organismos fragmentadores de materia orgánica gruesa principalmente (Rodríguez-Barrios, Ospina-Tórres, & Turizo-Correa, 2011). En un gradiente altitudinal los escarabajos de la familia (Passalidae) mediante un análisis geomorfométrico se corroboraron grupos funcionales que muestran similitudes en sus funcionalidades (Moreno-Fonseca & Amat-García, 2016).

3.4.1.2. *Peces*

En general, los estudios en peces en diversidad funcional han sido abordados desde una perspectiva ecomorfológica. En la cuenca del río Magdalena se ha evidenciado estructuración a lo largo del gradiente de elevación en la cuenca del Magdalena (Conde-Saldaña, Albornoz-Garzón, López-Delgado, & Villa-Navarro, 2017) que se evidencia en un recambio importante de los grupos funcionales (Carvajal-Quintero et al., 2015) y en un cauce de la parte alta del río Meta, se encontró que el número de grupos funcionales se incrementó de la cabecera a la zona de la desembocadura (Ramírez-Gil et al., 2018). En arrecifes de Malpelo, utilizando grupos funcionales delimitados por rasgos de historia de vida encontraron que, aunque existían diferencias espaciales en términos de la riqueza taxonómica las propiedades funcionales se mantenían constantes; las variaciones en la diversidad funcional estaban determinadas por la influencia del oleaje en ensamblajes naturales de peces (Quimbayo, Mendes, Kulbicki, Floeter, & Zapata, 2017).

3.4.1.3. ***Anfibios***

Actualmente existe una base de datos de 8 rasgos morfológicos para un total de 293 especies de anuros del país que fueron obtenidos de registros de colecciones (Mendoza-Henao et al., 2019). Adicionalmente, se encuentra disponible una guía metodológica para la medición de rasgos funcionales para anfibios.

3.4.1.4. ***Aves***

Recientemente se compiló una base de datos de 15 rasgos morfológicas para 606 especies de aves (30 % del total del país) con base a individuos en campo y colecciones biológicas. Estas medidas tienen un gran potencial para ser utilizadas como insumo para futuros estudios de diversidad funcional en aves (Montoya et al., 2018). Adicionalmente, se han desarrollado guías metodológicas para la medición de rasgos funcionales en aves que abarcan el estudios en los ensamblajes en el bosque seco muestran que la diversidad funcional disminuye considerablemente según el grado de transformación y la simplificación del hábitat, evidenciándose especialmente en grupos frugívoros e insectívoros (Espejo & Morales, 2019).

3.4.1.5. ***Mamíferos***

Se realizó una primera cuantificación a una escala nacional de la diversidad funcional en mamíferos utilizando rasgos funcionales de una base de datos global (González-Maya, Arias–Alzate, Granados–Peña, Mancera–Rodríguez, & Ceballos, 2016). La diversidad funcional mostró patrones similares a la diversidad taxonómica y filogenética, como valores elevados hacia el sur de los andes y la cordillera occidental en el norte, y valores bajos hacia los llanos de Colombia. Sin embargo, se evidenciaron que los Greatest clustering and mismatch for functional diversity occurred in the Sierra Nevada de Santa Marta, Paramillo Complex and Guajira peninsula of the Caribbean region. La pendiente fue encontrada como una importante predictor positivo de la diversidad funcional en mamíferos a escala nacional.

3.4.1.6. Plantas

En un ejercicio bastante reciente se realizó una revisión de los rasgos funcionales de 2265 especies de plantas leñosas a nivel nacional para evaluar su representatividad en los diferentes tipos de bosques. Se encontró que los rasgos foliares son los más abundantes en la literatura que están relacionados con la productividad primaria de los ecosistemas. El bosque seco es el bosque con mayor número de especies con diversidad funcional. (Nieto et al., 2016). Algunos otros estudios utilizando de la clasificación de grupos funcionales mostró que los bosques secundarios Pacífico tienen una alta redundancia funcional que le confieren una importante resiliencia con alto potencial restauración ecológica (Bocanegra, Fernández, & Galvis, 2015).

En Colombia, el estudio de la diversidad funcional ha sido un nuevo marco de referencia para aproximarse al entendimiento de la biodiversidad que permite el entendimiento funcionalidad de los ecosistemas en contextos naturales, pero también sobre disturbio. Sin embargo, ha sido pobremente explorado respecto a otras aproximaciones como las basadas en la taxonomía, existiendo estudios muy puntuales en los principales grupos biológicos. En términos metodológicos, los estudios de diversidad funcional en Colombia se han basado principalmente en la clasificación de grupos funcionales a partir de la utilización de rasgos principalmente ecomorfológicos. Aunque existen estudios pioneros, el cuerpo de investigación de esta dimensión de la biodiversidad se ha desarrollado en los últimos 5 años. Muy recientemente, se han generado nuevas guías metodológicas y bases de datos de rasgos funcionales para diferentes grupos (Salgado-Negret, 2016), los cuales prometen ser insumos vitales para generar el desarrollo a nivel nacional permiten empezar a evaluar e incorporar los aspectos funcionales dentro de la investigación de la diversidad biológica en Colombia.

3.4.1.7. Microorganismos

En microorganismos la diversidad funcional ha sido abordada principalmente desde el rol metabólico que cumplen estos en los ecosistemas. Por ejemplo, en apoyo conjunto con técnicas de metagenómica se ha logrado perfilar funcionalmente los microorganismos en termales ácidas en los Andes, utilizando la abundancia en la expresión de tipos genes (Jiménez et al., 2012). La gran mayoría de funciones son destinadas al mantenimiento y reparación de las secuencias de DNA debido a las condiciones extremófilas, seguido de transporte de aminoácidos evidenciando que un importante de grupo se desconoce las funciones que ejecutan. En la laguna de Tota, la distribución de los grupos funcionales de las comunidades de fitoplancton, determinadas a partir de rasgos morfológicos, cambia considerablemente en cortos periodos de tiempo debido a la estacionalidad de las condiciones de la laguna de tota (Muñoz-López, Aranguren-Riaño, & Duque, 2017).

4. Tendencias de biodiversidad: estado y avances en el conocimiento de la diversidad biológica en Colombia

4.1. Datos abiertos disponibles a través del SiB Colombia

Los datos abiertos sobre biodiversidad son en su mayoría registros biológicos (observaciones y especímenes preservados) que se encuentran disponibles al público en un formato estándar que facilita su acceso y reutilización. Están a disposición de cualquier ciudadano, de forma libre y sin restricciones, garantizando su uso y atribución a través de licencias digitales y una política robusta de acceso abierto que brinda el soporte necesario. Estos datos son publicados a través del SiB Colombia bajo los principios de cooperación, transparencia, reconocimiento y responsabilidad compartida por una red de más de 100 socios publicadores - organizaciones nacionales - y se integran datos provenientes de redes de ciencia participativa (eBird Colombia, Naturalista Colombia y xeno-canto) y entidades internacionales que publican datos de Colombia a través de GBIF. Es decir, los publicadores de los datos, entre ellos Universidades, Institutos de Investigación, colecciones biológicas entre muchos otros, mantienen la responsabilidad de asegurar la veracidad y mantenimiento de estos datos abiertos. Adicionalmente el equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) presta a sus socios publicadores acompañamiento en la validación y limpieza de los datos para asegurar la calidad de los mismos; además de realizar procesos de validación y limpieza masivos de manera anual con el objetivo de proveer acceso a datos con calidad suficiente para que faciliten la investigación y toma de decisión en el país.

El SiB Colombia cierra a 2018 con 6’638.860 de registros biológicos (observaciones y especímenes preservados) y aproximadamente 51 mil especies registradas (con al menos un dato publicado a través del SiB Colombia) disponibles de manera libre y gratuita a través del portal de datos nacional: datos.biodiversidad.co y los demas canales de participación del SiB Colombia (biodiversidad.co). A partir de estos datos abiertos, el Equipo Coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) sintetiza cifras de biodiversidad a nivel nacional. Aquí se presenta dichas cifras como instrumento para entender 1) el estado de la biodiversidad del país por grupos biológicos; 2) las tendencias de toma y publicación de datos abiertos 3) el estado de la biodiversidad en áreas geográficas de interés, 4) para conocer los vacíos de información en los datos abiertos (geográficos) y 5) oportunidades para enfocar futuros esfuerzos de toma y publicación de datos primarios sobre biodiversidad en el país.

4.1.1 Estado actual de la biodiversidad desde los datos abiertos

Los Animales representan el 72% de los datos disponibles en el SiB Colombia siendo las Aves el grupo con mayor cantidad de registros biológicos publicados y los Invertebrados el grupo con mayor cantidad de especies registradas (Figura 5, Anexo 1); mientras que las Plantas representan un 26% de los datos, siendo las Angiospermas el grupo con mayor cantidad de registros biológicos y especies registradas (Figura 7, Anexo 1); por otro lado, en conjunto, los datos de Hongos, Bacterias y Arqueas representan menos del 2% de los datos disponibles (Anexo 1). Al comparar las figuras de registros biológicos (Figuras 5 y 8) contra las de especies (Figuras 6 y 9) se observa que en los grupos biológicos de los Animales existe un desbalance en las proporciones de registros y especies, es decir que grupos con muchos registros biológicos

no necesariamente tienen una mayor riqueza de especies, mientras que para otros grupos con una menor cantidad de registros biológicos publicados, se evidencia una alta riqueza de especies. En el caso de las plantas la proporción de registros y especies entre grupos es mucho más equilibrada. Estos comparativos ofrecen indicios sobre los grupos biológicos en los cuales es necesario centrar futuros esfuerzos de muestreo.

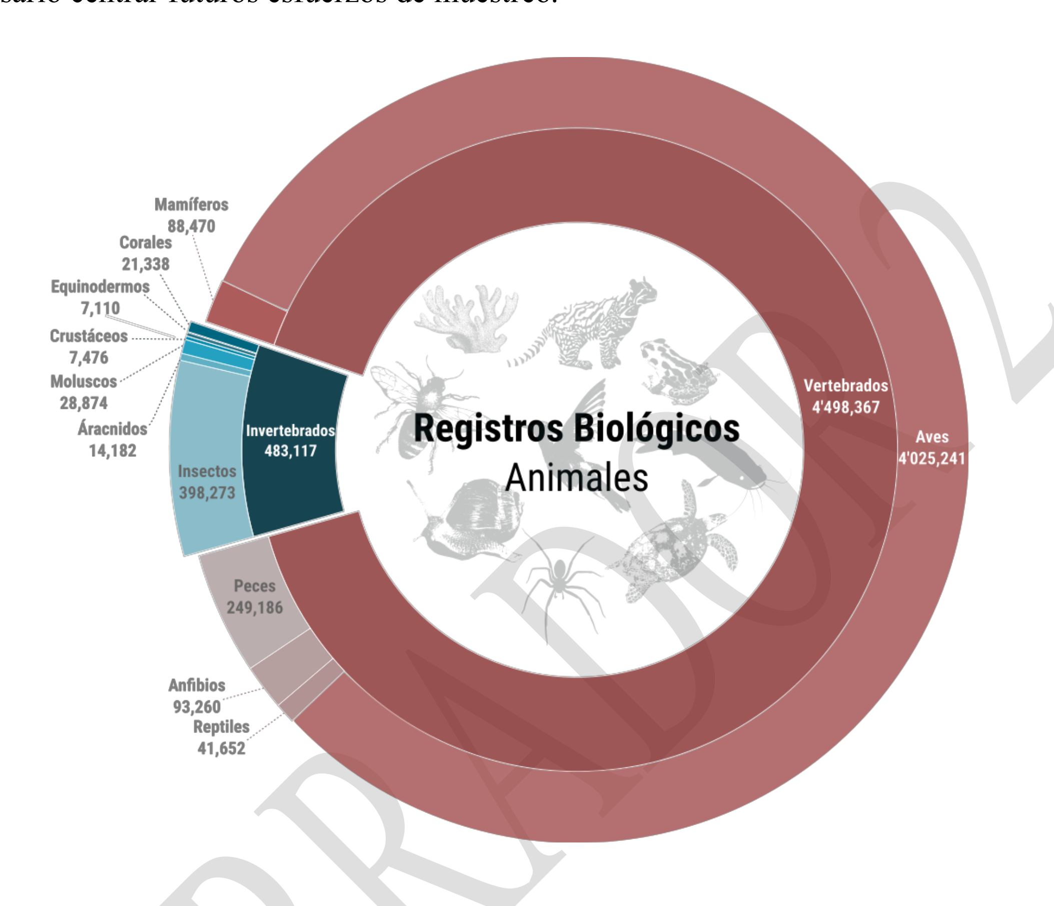


Figura 6. Registros biológicos de Animales por grupos biológicos, publicados a través del SiB

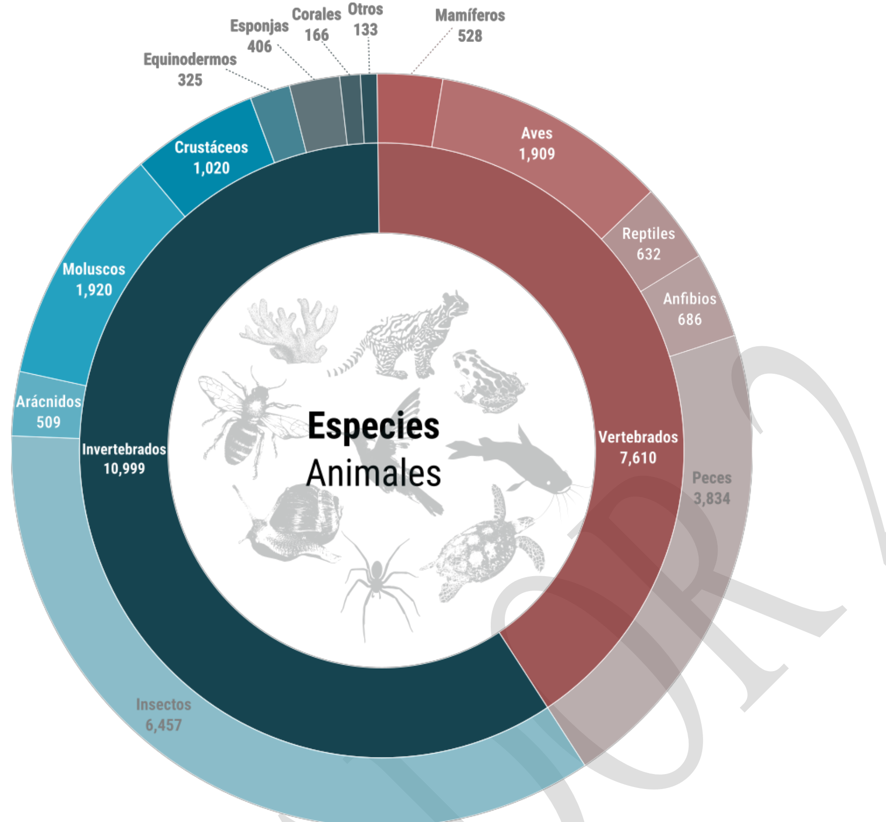


Figura 7. Especies de Animales por grupos biológicos, registradas a través del SiB Colombia.

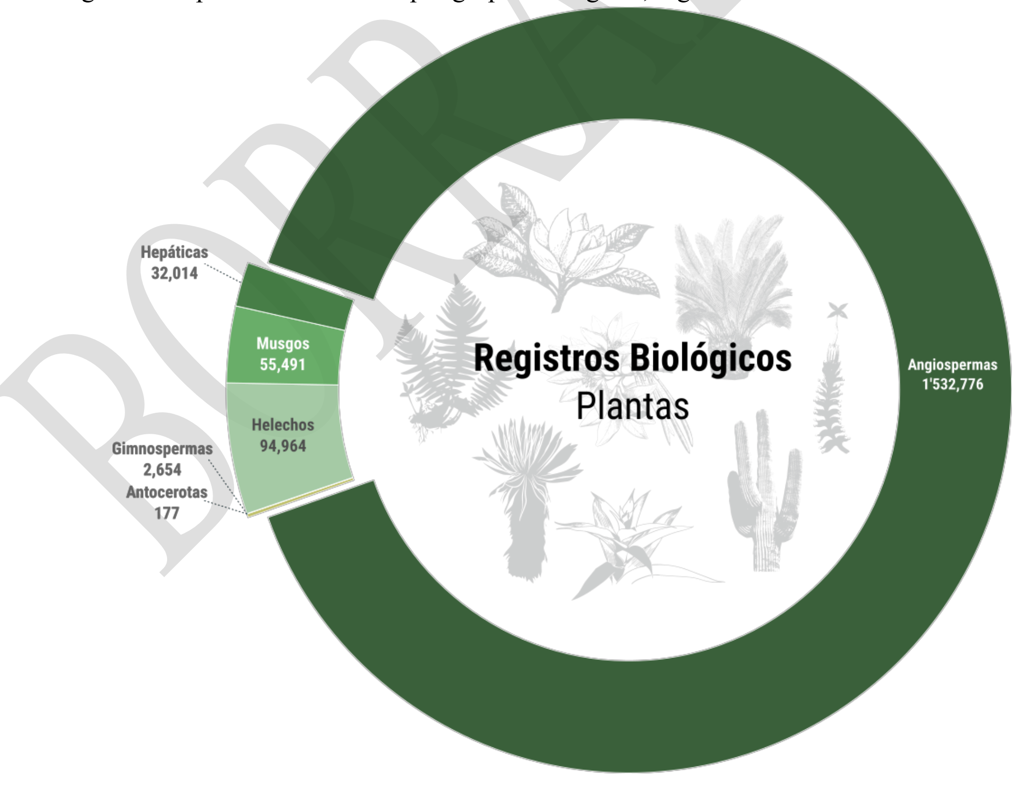


Figura 8. Registros biológicos de Plantas por grupos Biológicos, publicados a través del SiB.

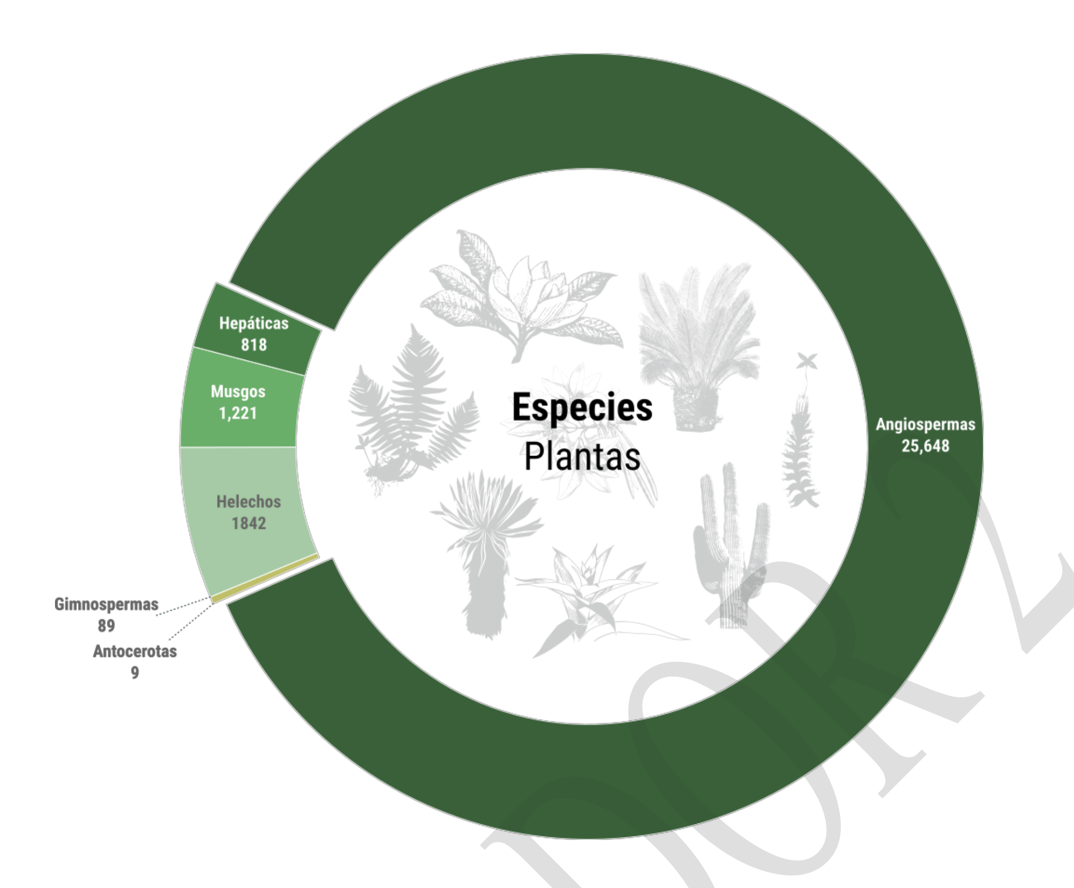


Figura 9. Especies de Plantas por grupos biológicos, registradas a través del SiB Colombia.

Los datos abiertos disponibles a través del SiB Colombia muestran un sobre muestreo de grupos como aves, mamíferos y plantas con flor entre otros; mientras que otros grupos cuya riqueza de especies es mucho mayor, están subrepresentados. Por ejemplo, a pesar de que la diversidad de aves representa tan sólo el 3,7% de las especies registradas en el país, el 60,6% de los datos abiertos disponibles a través del SiB son de aves; mientras que los insectos, el grupo biológico más diverso entre animales y plantas, tan solo representa el 6% de los datos publicados a través del SiB Colombia (Figuras 6 y 7, Anexo 1). El sesgo hacia la documentación de algunos grupos biológicos es un fenómeno global generado por las preferencias sociales hacia grupos carismáticos (Troudet *et al.*, 2017). A pesar que la investigación de grupos carismáticos como las Aves debe continuar y se puede aprovechar para generar conciencia social sobre la conservación de la biodiversidad colombia; es indispensable que los programas científicos y de monitoreo se enfoquen en los grupos menos muestreados como los invertebrados, plantas Hepáticas y Antocerotas; Hongos, Bacterias y Arqueas.

4.1.2 Tendencias de toma y publicación de datos abiertos en el país

El país ha contado con esfuerzos importantes para registrar la biodiversidad presente a lo largo del territorio, a partir de observaciones directas en campo y colectas (Figura 10). Se puede evidenciar que las colectas a lo largo del tiempo han oscilado entre los 100.000 y 200.000 registro al año. El desarrollo de proyectos nacionales como el 'Fondo de Adaptación' permite evidenciar picos de información durante sus años de ejecución, en los cuales se registró la biodiversidad asociada a algunos ecosistemas estratégicos de Colombia. Por ejemplo, en 1995

la cantidad de registros primarios oscilaba entre los cien mil y doscientos mil por año y durante la ejecución de dicho proyecto (entre el 2013 y 2016) se alcanzaron cifras cercanas a los 600.000 registros.

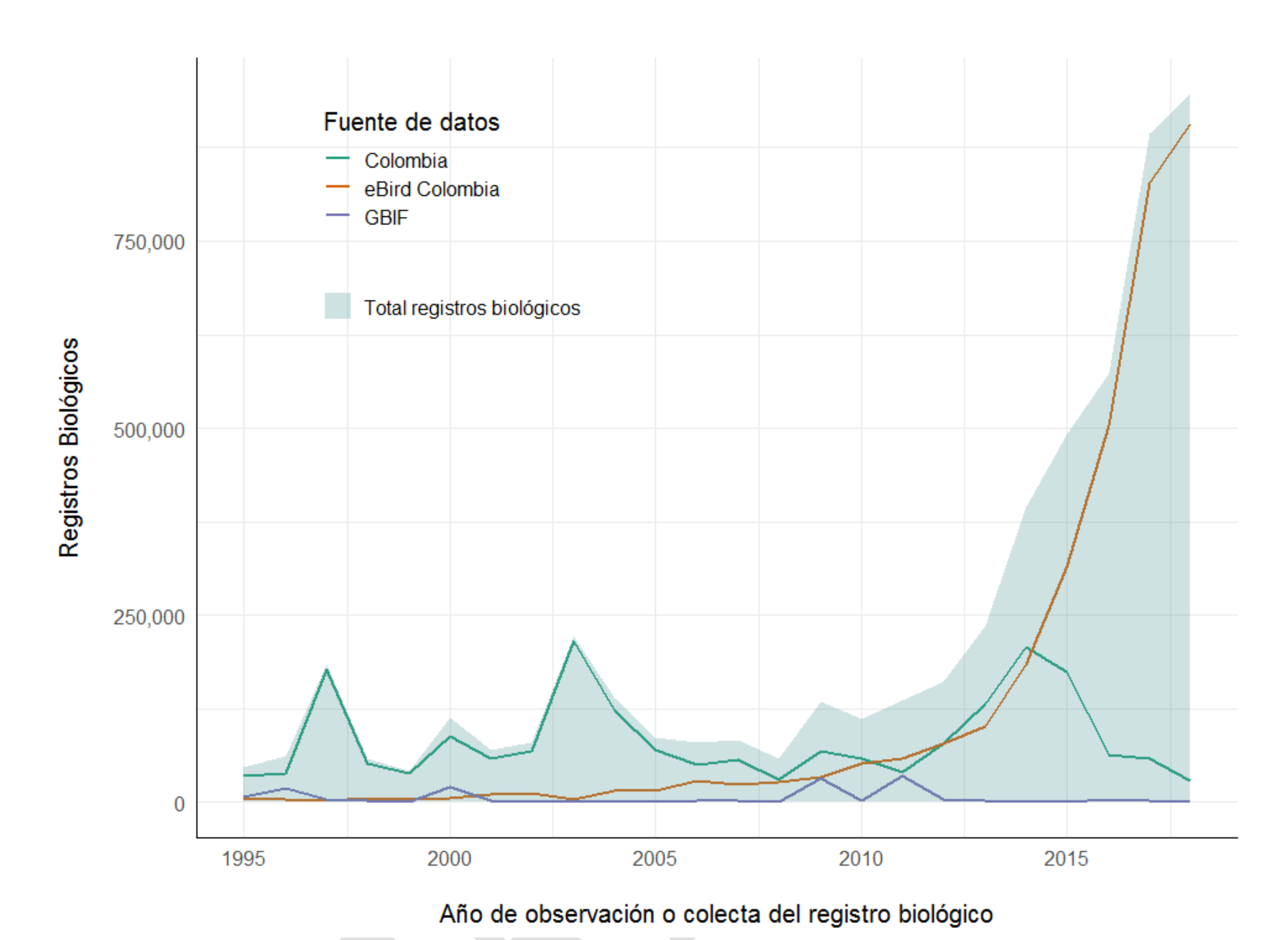


Figura 10. Tendencia de colectas y observaciones primarias de biodiversidad entre 1995 y 2018

A nivel nacional la captura de datos tradicional liderada principalmente por la academia no supera los 220,000 registros biológicos realizados por año (Fig 10. Línea Verde), sin embargo, a partir del 2013 se da un crecimiento exponencial de las observaciones debido a los datos provenientes de la plataforma de ciencia participativa eBird Colombia dedicada a la registro de observaciones de aves. En Colombia a partir del 2015 y con la participación anual de país en el 'global big day (GBD)', un día dedicado a la toma masiva de observaciones de aves a nivel global, los datos de aves registrados a través del SiB han aumentado de manera constante superando la publicación de cualquier otro tipo de datos u organismos. Aparte de eBird, el aporte que vienen realizando por años diversas organizaciones nacionales e internacionales, que disponen información a través de plataformas de ciencia participativa, es exponencial y resulta un insumo clave para la consolidación del inventario nacional de la biodiversidad del país, a cierre del 2018 por lo menos 5 iniciativas de ciencia participativa han aportado datos a través del SiB Colombia (BOX 2. Ciencia participativa).

De manera similar y pese al crecimiento continuo en el conocimiento de la diversidad de especies nacional, es evidente el rezago que presentan otros reinos como hongos, bacterias y

arqueas respecto al crecimiento de información sobre grupos como las plantas y los animales (Figura 11, Anexo 1).

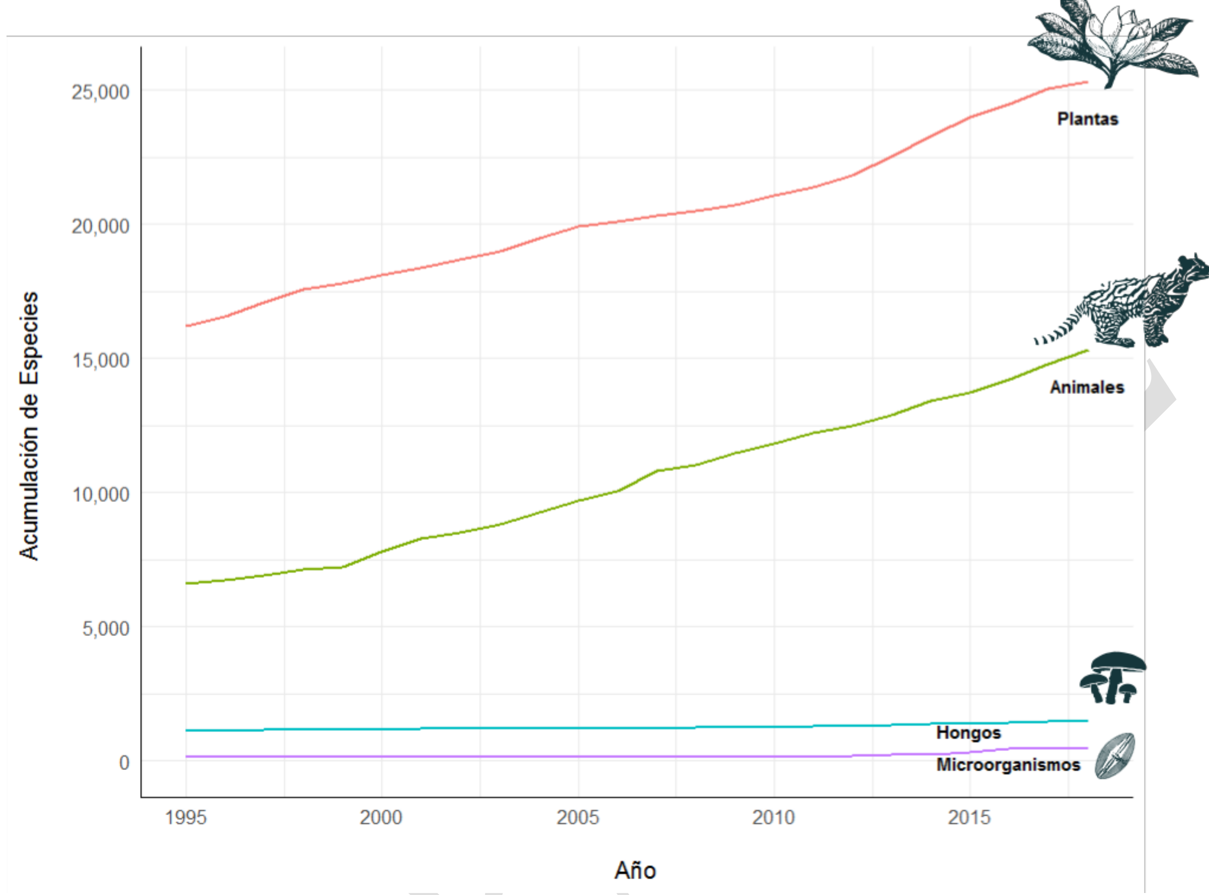


Figura 11. Tendencia general de crecimiento en número de especies, a partir de registros primarios disponibles a través del SiB Colombia, GBIF, eBird y iNaturalist.

4.1.3 El estado de la biodiversidad en áreas geográficas de interés

La espacialización de los datos abierto sobre biodiversidad brinda un panorama aterrizado a la geografía nacional, para ello se realizó un cruce espacial con datos georreferenciados y disponibles a través del SiB Colombia (95.35% del total de registros), con cartografía temática de interés, que incluye regiones bióticas, jurisdicciones de áreas protegidas, autoridades ambientales, algunos ecosistemas estratégicos y resguardos indígenas. A continuación se describen los resultados obtenidos por temática, también disponibles en el un mapa interactivo, el cual muestra la distribución de los datos disponibles en el territorio Colombiano subdividido en cuadrículas de 10 x 10 km, 5 x 5 km y 1 x 1 km, solapadas con cartografía temática de interés. http://158.69.59.122:7006/mapa-grilla/.

4.1.3.1. *Biodiversidad en regiones continentales y marinas*

Colombia se encuentra dividida en 6 regiones biogeográficas continentales: andina, pacífica, orinoquía, amazonía, caribe e insular; y en 4 divisiones del área marina: mar caribe, océano pacífico, cayo serranilla y áreas de régimen común. A partir de los datos georreferenciados, se observa que el 64% de los registros biológicos pertenecen a la región andina, donde también se concentra la mayor evidencia de especies en Colombia según los datos abiertos. En las áreas marinas, es el mar caribe el que concentra la mayor cantidad de datos y especies (64.14% y 58.81% respectivamente). Sin embargo, es la región marina la que cuenta con la menor cantidad de información disponible, teniendo en cuenta que Colombia es casi 50% mar (INVEMAR, 2019), el índice de registros por km2 para el área continental es de 5.40 registros/km2 mientras que para el área marina es de apenas 0.19 registros/km2. Esto indica que el esfuerzo de muestreo de recursos biológicos marinos ha sido muy baja respecto al área continental -donde también hay regiones con vacíos de información- y aún hay un porcentaje importante de especies marinas por muestrear y por descubrir.

Las cifras obtenidas a partir de los datos abiertos dan un indicio de la espacialización del esfuerzo de muestreo, en este caso, segmentado por regiones bióticas. El resultado [Tabla 1] pone en evidencia la necesidad de identificar a detalle los vacíos de información y promover la exploración y publicación de registros primarios sobre biodiversidad que hagan frente a los vacíos de conocimiento.

En el mapa interactivo se muestra la distribución de los registros biológicos asociados a colectas y observaciones en el país por región y se puede ver a partir de las cuadrículas el patrón de la distribución de los registros en cada región.

Tabla 1. Distribución de registros biológicos y especies disponibles a través del SiB Colombia en las regiones bióticas del área continental y marina de Colombia y su porcentaje de representatividad (Rep.) respecto a Colombia.

Continental				
Región	**No. Registros**	**% Rep. de registros en CO**	**No. Especies**	**% Rep. de Sp. en CO**
Andina	4.060.411	64,14%	30.188	58,81%
Pacífica	671.757	10,61%	11.419	22,25%
Orinoquia	486.532	7,69%	16.842	32,81%
Caribe	481.837	7,61%	8.604	16,76%
Amazonia	428.781	6,77%	13.044	25,41%
Insular	30.125	0,48%	1.996	3,89%
Marina				
Región	**No. Registros**	**% Rep. de registros en CO**	**No. Especies**	**% Rep. de Sp. en CO**
Mar Caribe	116.972	1,85%	5.147	10,03%
Océano Pacífico	50.925	0,80%	4.187	8,16%

Cayo Serranilla	2.342	0,04%	464	0,90%
Área de régimen común	403	0,01%	72	0,14%

4.1.3.2. Biodiversidad en el sistema de áreas protegidas.

Las áreas protegidas del país se clasifican según el Registros Único Nacional de Áreas Protegidas-RUNAP y representan cerca de un 16.12% del país (área continental y marina), y en estas se encuentra un 41.53% de las especies con evidencia para Colombia. La mayor cantidad registros biológicos se encuentra en Otras Áreas Protegidas (61.92% de los registros biológicos en áreas protegidas), las cuales comprenden áreas de recreación, distritos de conservación y de manejo y reservas regionales y forestales, seguido por Parques Nacionales (32.86%) y las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (5.26%).

Al observar las cifras sobre el número de registros y especies dentro de las categorías de áreas protegidas (Tabla 2.), es necesario aclarar cuál es la representatividad en cuanto al área de cada categoría dentro del sistema de áreas protegidas, teniendo Parques Nacionales: 158.422 km2; Otras áreas protegidas: 168.114 km2 y RNSC: 1.186 km2, según cartografía disponible (Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2018).

Tabla 2. Registros y estado de amenaza de las especies en las categorías específicas del RUNAP.

Reserva Natural de la Sociedad Civil						
Categorías	**No. Registros**	**No. Especies**	**Especies amenazadas**	**Especies (CR)**	**Especies (EN)**	**Especies (VU)**
Reserva Natural de la Sociedad Civil	101.132	3.251	75	6	24	45
Parques Nacionales						
Categorías	**No. Registros**	**#Especies**	**Especies amenazadas**	**Especies (CR)**	**Especies (EN)**	**Especies (VU)**
Area Natural Unica	266	82	1	0	0	1
Parque Nacional Natural	481.611	18.479	313	27	94	192
Reserva Natural	2.968	947	3	0	0	3
Santuario de Fauna	75	42	0	0	0	0
Santuario de Fauna y Flora	119.721	3.154	84	5	28	51
Santuario de Flora	113	48	0	0	0	0
Vía Parque	27.309	642	16	2	3	11
Otras Áreas Protegidas						
Categorías	**No. Registros**	**No. Especies**	**Especies amenazadas**	**Especies (CR)**	**Especies (EN)**	**Especies (VU)**
Áreas de Recreación	3.151	354	1	0	0	1

Distritos de Conservación de Suelos	47.205	2.887	48	2	14	32
Distritos Nacionales de Manejo Integrado	11.274	1.520	44	6	14	24
Distritos Regionales de Manejo Integrado	382.915	10.519	265	28	94	143
Parques Naturales Regionales	102.175	4.929	123	14	46	63
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	571.370	9.991	178	21	55	102
Reservas Forestales Protectoras Regionales	72.420	4.107	82	6	25	51

4.1.3.3. *Biodiversidad en jurisdicción de las autoridades ambientales regionales*

Las Corporaciones Autónomas Regionales tienen un papel importante en el conocimiento y protección de nuestra biodiversidad. Colombia cuenta con 33 autoridades ambientales a nivel regional y 6 autoridades urbanas. Muchas de estas autoridades son usuarios de los datos abiertos sobre biodiversidad y poco a poco se han integrado al modelo de publicación de datos abiertos sobre biodiversidad, actualmente el SiB Colombia cuenta con 12 corporaciones y 1 autoridad ambiental urbana dentro de la red de socios publicadores.

Desde los datos abiertos y gracias al aporte de la red de socios publicadores, es posible aportar al conocimiento de la biodiversidad en las zonas de Jurisdicción de las Corporaciones. Se destaca el caso de la Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y del San Jorge (CORPOMOJANA), en esta autoridad coincide el mayor número de especies amenazadas respecto al número de especies con evidencia en su jurisdicción (3.27%). En el anexo 2 se resumen el número de especies presentes en las jurisdicciones de las autoridades regionales, con el respectivo número de especies amenazadas por categoría, según la lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia (MADS, 2018).

Las cifras del anexo [X] son un indicador del estado de amenaza de la biodiversidad en el país, que además demuestra la importancia de disponer datos abiertos que faciliten el conocimiento de la biodiversidad y su distribución en el territorio. Con este tipo de información, se contribuye a que las autoridades ambientales puedan marcar una hoja de ruta para la protección de las especies actualmente en riesgo.

4.1.3.4. *Biodiversidad en resguardos indígenas*

Cerca del 28% del territorio continental colombiano corresponde a resguardos indígenas (317.000 Km2) según la información cartográfica de la Agencia Nacional de Tierras (ANT, 2018), de las cuales un 53% cuenta por lo menos con un registro primario sobre biodiversidad. Es decir que a partir de los datos abiertos sobre biodiversidad en áreas de resguardos indígenas,

el esfuerzo de muestreo se ve representado en 474.170 registros biológicos, que equivalen a 15.378 especies observadas (23.33% de las especies con evidencia en Colombia). Mientras que para el 47% restante del área de resguardos, equivalente a cerca de XXX km2, no cuenta con datos primarios.

Si se compara el esfuerzo de muestreo en áreas de resguardos indígenas con la categoría RUNAP de Otras Áreas Protegidas, vemos que con 168.114 km2 y más de 1.000.000 de registros biológicos el esfuerzo de muestreo en Otras Áreas Protegidas es mucho mayor que en Resguardos, lo que pone en evidencia la necesidad de aumentar el conocimiento de la biodiversidad en estas áreas, teniendo en cuenta también que los resguardos indígenas se ubican en su mayoría en zonas donde se estima una mayor concentración de biodiversidad como la amazonía y el chocó biogeográfico (Figura 12).

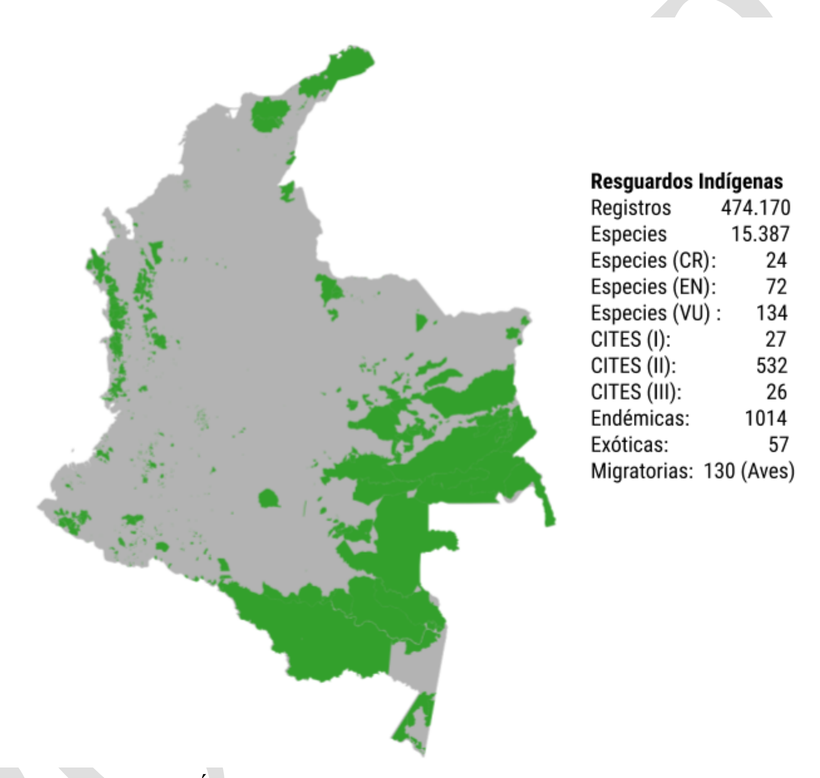


Figura 12. Áreas de **Resguardos Indígenas** de Colombia cifras sobre biodiversidad a partir de los datos publicados en SiB Colombia (ANT, 2018).

4.1.3.5. Ecosistemas estratégicos

Las especies endémicas son claves para la conservación de la biodiversidad del territorio nacional y la sostenibilidad de ecosistemas estratégicos, los cuales tienen funciones naturales como la regulación y purificación del agua, generación de recursos alimenticios, almacenamiento de gases de efecto invernadero, entre muchos otros servicios que brindan (IAvH, 2014).

En esta sección se disponen las cifras generadas a partir de datos abiertos, sobre las especies endémicas presentes en algunos ecosistemas estratégicos del país, que para esta evaluación ha

considerado, humedales (Identificación de humedales, IAvH, 2016), bosque seco tropical - BST (Bosque Seco Tropical, IAvH, 2014), y páramos (Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, AvH, 2012).

Las especies endémicas, es decir aquellas que habitan únicamente en Colombia, se obtienen a partir de las listas de referencia publicadas a través del SiB Colombia y bases de datos externas con las cuales se obtiene información sobre el endemismo de aves, peces dulceacuícolas, mamíferos, líquenes y plantas; La identificación de las especies endémicas en el país a partir de los datos depende en gran medida, de la publicación de nuevas listas de referencia para el país.

4.1.3.5.1. Complejos de páramo

Las áreas de páramo representan cerca de un 2.55% del área continental de Colombia. En este ecosistema se ha encontrado cerca del 12% de la biodiversidad evidenciada en el país, y en los cuales, a partir del cruce de datos disponibles en el SiB Colombia y la cartografía oficial de páramos a escala 1:100.000, se evidenciaron 1.070 especies endémicas para los grupos biológicos antes mencionados, de las cuales cerca de un 11% se encuentra en alguna categoría de amenaza (Figura 13).

4.1.3.5.2. Humedales

Los humedales corresponden a un 26% del territorio nacional (307.811,49 km2), y se encuentran categorizados según características comunes de su dinámica espacial y temporal en: permanente abierto, permanente bajo dosel, temporal, potencial medio, potencial bajo (Jaramillo et al, 2015). Las cifras mostradas para este informe incluye todos los registros biológicos georreferenciados dentro de todas las categorías (Figura 13).

4.1.3.5.3. Bosque Seco Tropical - BST

El Bosque Seco Tropical es un ecosistema amenazado (Janzen 1998) que reúne una parte de la biodiversidad endémica del país, razón por la cual es importante ampliar el conocimiento científico en estas zonas, de forma que se hagan efectivas las medidas de protección y preservación de este ecosistema y su biodiversidad. En la figura 13, tenemos una aproximación a la información disponible desde los datos abiertos, a las especies amenazadas endémicas que habitan este ecosistema.

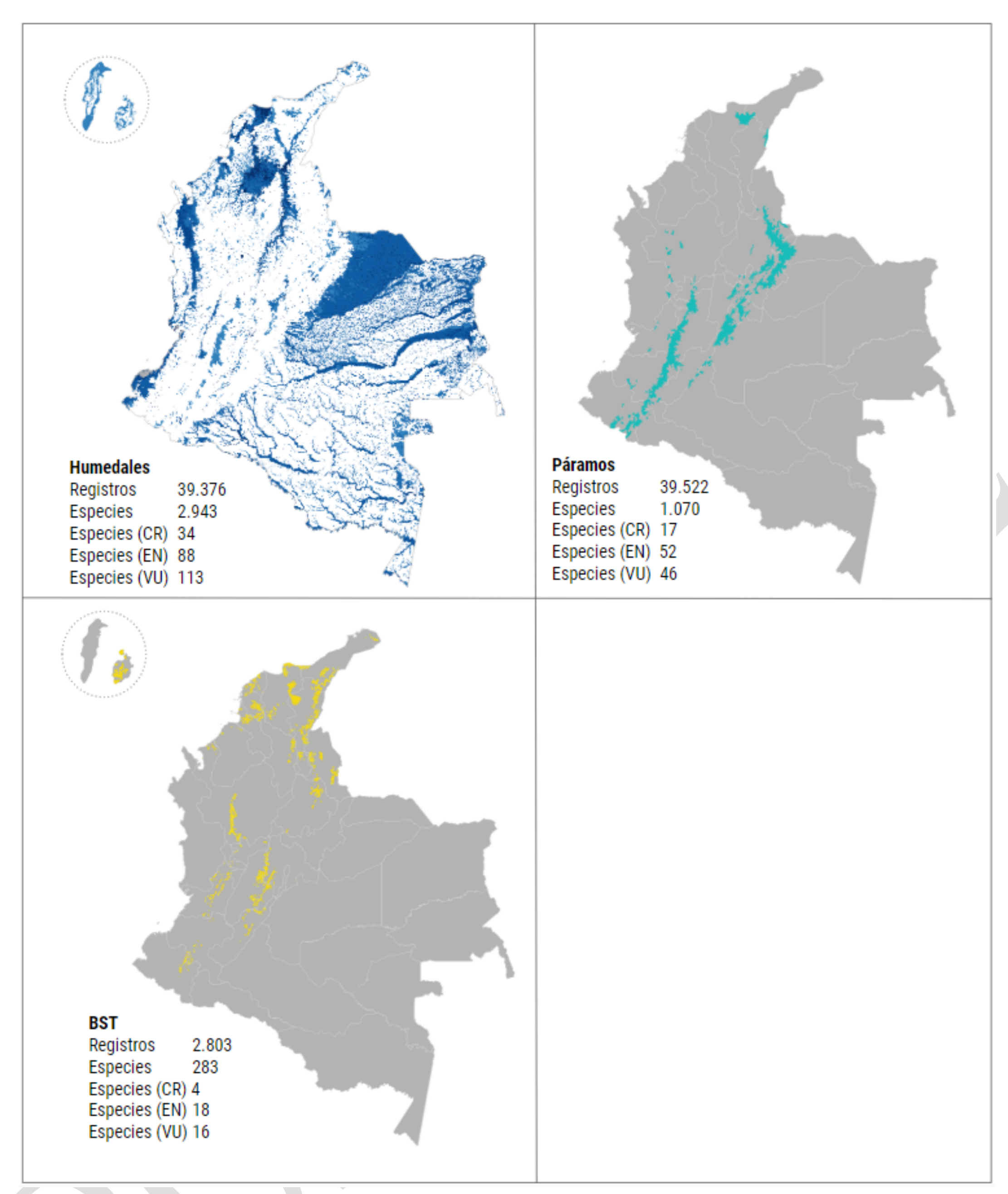


Figura 13. Espacialización y cifras sobre biodiversidad **endémica** en ecosistemas estratégicos de Colombia.

4.1.4. Vacíos de información en los datos abiertos

Teniendo presente las entidades y datos que faltan por sumarse a la red del SiB Colombia y la necesidad de curación taxonómica y geográfica sobre los datos ya disponibles, estos datos reflejan sólo una aproximación potencial a la riqueza y abundancia de biodiversidad de Colombia. SE resalta que en información marina existen múltiples vacíos de conocimiento.

4.2 Falencias, amenazas y vacíos de conocimiento de la diversidad biológica

Aquí se señalan vacíos del inventario ya sea por falta de conocimiento de algunos grupos o por el desarrollo de nuevas necesidades de conocimiento a diferentes niveles como el genético

(molecular) o ecosistémico con ejemplos concretos. Además de aspectos numéricos, se señalará elementos asociados a las fuerzas que contribuyen al estado actual de la biodiversidad y de su conocimiento.

En general en la mayoría de los grupos bióticos la región andina presenta altos niveles de diversidad asociados a un mayor muestreo en comparación a otras zonas menos muestreadas como la región pacífica, la Orinoquía y la Amazonía. Esto ocurre por ejemplo con polillas venenosas de la subfamília Hemileucinae (Acebedo et al, 2019), con coleópteros acuáticos (González-Córdoba et al., 2016), en coleópteros pasálidos donde el Chocó biogeográfico y las montañas Andinas son zonas que presentan una actual mayor diversidad de especies (Reyes-Castillo & Amat-García, 2003) y en el caso de las abejas andinas, donde la mayoría del material depositado en museos proviene de la parte central de la cordillera oriental (Gonzalez y Engel, 2004). Concordantemente, para diversos grupos se esperan incrementos en la riqueza de especies reportadas a medida que se amplíen las áreas de muestreo (Amat-García & Reyes-Castillo, 2002).

Algunas zonas del país han sido señaladas como de alto valor potencial para su diversidad biológica, que por diversos factores incluyendo el conflicto armado, han presentado un limitado el acceso y pocos estudios, incluyendo el piedemonte amazónico en el Putumayo, la Serranía de los Yariguies, la serranía de las Quinchas, las selvas del Catatumbo (Cadena et al, 2015), el Magdalena medio, la serranía de San Lucas y la Guajira (Aldana-Domínguez et al, 2017). Igualmente se ha señalado la importancia de mejorar los procesos de gestión y de conservación de corredores biológicos y su capital natural, como en el caso del que conecta el Amazonas con el norte de los Andes entre Picachos - Tinigua - Macarena - Chiribiquete, para crear un nuevo paradigma social y económico, basado en paisajes sustentables y una repartición más equitativa de las riquezas a largo plazo (Clerici et al, 2018).

En cuanto a los mamíferos, la evaluación de su distribución espacial de la diversidad taxonómica, filogenética y funcional en Colombia, señalan la importancia de incluir las relaciones existentes entre las especies y los factores ambientales en los análisis biogeográficos y de distribución, para facilitar la selección de áreas prioritarias para la conservación (González–Maya et al, 2016). Por ejemplo, aunque las áreas protegidas de la provincia biogeográfica del Chocó cubren menos del 5 % de su área, estas albergan cerca del 80 % de las especies de mamíferos de la región, lo que recalca la necesidad de enfocar esfuerzos en políticas de manejo de las áreas no protegidas, con especial énfasis en los resguardos indígenas y la promoción de corredores de conservación especialmente en la parte norte de la provincia (Arias-Alzate et al, 2011). Para los murciélagos se ha señalado que aún con el alto grado de intervención humana existente en la subregión costanera Atlántica, y que pese a la homogeneización de la matriz del paisaje por los efectos de la ganadería extensiva, los fragmentos de bosques presentan una importante riqueza (Ballesteros et al, 2007). La destrucción, fragmentación, degradación y reducción de los ecosistemas en Colombia están ocasionando la disminución de la diversidad de mamíferos y han puesto en amenaza a cerca del 25% de su fauna en el país (Mejía, 2009). Las mayores amenazas para este grupo son la deforestación, la cacería y el comercio ilegal (Solari et al, 2013) y se señala la necesidad de

sintetizar la información de manera constante para que esta esté disponible para los involucrados en el estudio y conservación de la biodiversidad (Ramírez-Chaves et al, 2016).

Para la herpetofauna, las áreas de bosques y sabanas en los llanos orientales, presentan niveles de diversidad e importancia relativa variables asociados a los ciclos de inundación (Blanco-Torres et al, 2017) y existen vacíos de muestreo (Pedroza-Banda et al, 2014). Por otra parte, Cardona-Botero et al (2013) señalan que para el Valle del Cauca, existe una gran amenaza, pues un alto porcentaje de las especies amenazadas para Colombia se encuentran en este departamento. En lo que respecta a los anfibios, un 40% de las especies registradas tiene algún grado de amenaza y cerca de un 10% tiene datos deficientes (Corredor et al, 2010). Actualmente, como en muchas zonas de Colombia, el Valle del Cauca se encuentra en procesos de transformación del paisaje, lo que incrementa el grado de amenaza e influencia el decline de las poblaciones naturales de la herpetofauna. La mayor riqueza de esta región se concentra en el Pacífico, mientras que la vertiente occidental correspondiente al Valle del Cauca carece de estudios debido a la inaccesibilidad (Cardona-Botero et al, 2013). A su vez, en áreas de Colombia como el Casanare, queda mucho trabajo por hacer para acrecentar el conocimiento de la diversidad real de la herpetofauna y de las áreas de distribución de los anfibios y reptiles (Pedroza-Banda et al, 2014). Aunque existen diversas guías locales y regionales como Páez et al (2002), Suárez & Alzate (2014), Angarita-Sierra et al (2013), existen amplios vacíos en el conocimiento de las especies e interacciones de este grupo biológico en muchos de los ecosistemas del país. Empero, ya existen propuestas acerca de sus aportes frente a los servicios ecosistémicos en los neotrópicos (Valencia-Aguilar et al, 2012).

Dentro del universo de los insectos, existen falencias entre diversos grupos con sub-muestreos biogeográficos (Ardila-Camacho et al, 2017) y desde vieja data Amat-García y Fernández (2011) recalcan la falencia de taxónomos neotropicales para varios taxones, elemento generalizado para diversos grupos biológicos que representa una necesidad de estrategias innovadoras para atraer potenciales humanos científicos hacia áreas estratégicas del conocimiento de línea base como la taxonomía (encargada de la determinación precisa del estatus científico de los organismos). Aún no se sabe el número real de las especies de insectos en Colombia y aunque se conocen aproximadamente 30.000 especies (3% de todas las especies registradas en el mundo), el número estimado de especies de insectos podría superar las 60.000 (aproximadamente el 30% de las registradas en la región neotropical) (Morales-Castaño y Medina, 2009), aunque otros estimativos señalan que en el país el número de especies de insectos existentes se pudiese acercar a las 320.000 especies (aproximadamente 31,8 % de las especies del mundo) (Amat-García y Fernández, 2011) o incluso llegar a una riqueza estimada de 350.000 especies, valor cercano al 32% del total de las especies del planeta (Amat-García, 2014). En la siguiente tabla, se presentan algunos ejemplos asociados a las necesidades de conocimiento en este grupo biótico. Estos datos resaltan la importancia de ampliar los muestreos en Colombia de este tipo de organismos y es una señal asociada a que el número de especies reconocidas actualmente para Colombia se seguirá incrementando.

Tabla 3. Ejemplos de conocimiento y necesidades de investigación en insectos.

Grupo	Conocidos como	Conocimiento Actual	Áreas de interés potencial	Observaciones	Fuente
Orthoptera	Grillos	30% de la diversidad esperada	Colombia		Carbonell et al, 2007
Lepidoptera	Mariposas	70 % de especies estimadas	Colombia	Hasta el 2002	Andrade-C., 2002
Lepidoptera	Mariposas		Pacífico, Amazonía	Aumento de especies conocidas	González y Andrade-C., 2008
Simuliidae	Zancudos grandes (patones)		Arauca, Guaviare, Guainía y Putumayo	Falta muestreo en otras zonas	Moncada-Álvarez et al, 2017
Mantidae	Mantis religiosas, resanderas		Costa atlántica, parte baja del Chocó biogeográfico, centro de la Amazonia		Medellín et al, 2007
Coleoptera, Veres	Escarabajos, cucarrones		Colombia	Muestreo concentrado en vertiente Pacífica de cordillera Occidental y en piedemontes amazónico y orinocense	Amát-Garcia & Reyes-Castillo, 2007
Hymenoptera, Formicidae	Hormigas		Orinoquía, Amazonía, Chocó bioeográfico	Importancia endemismos Choco	Chacón de Ulloa y Abadía, 2014
Varios	Insectos acuáticos	Información incompleta	Colombia y latinoamerica	Síntesis del conocimiento, bioíndicadores de calidad del agua	Roldán, 2016

Ahora bien, en Colombia tal y como ha sido señalado para la región Caribe, la mayoría de los estudios de biodiversidad se han centrado en inventarios y datos de abundancia y distribución de las especies, mientras que otros temas como la diversidad funcional, los servicios de los ecosistemas, la valoración social de la biodiversidad han sido muy poco estudiados (Aldana-Domínguez et al, 2017).

Otra dimensión poco explorada es la temporal, es decir el seguimiento o monitoreo a largo plazo de los diferentes niveles de la biodiversidad. En este tema es notable el análisis de cambio en los ecosistemas colombianos en los últimos 50 años hecho por Etter et al. (2015) para

evaluar su estado; un caso particular de un grupo lo constituye los conteos navideños de aves de la Sociedad Audubon que se vienen haciendo desde finales de los años 80 en la Sabana de Bogotá. Con este ejercicio de ciencia ciudadana que se ha convertido en el monitoreo más largo entre los vertebrados terrestres en el país, se han documentado los cambios de esta avifauna altoandina constituida por más de 230 especies. En 26 años de seguimiento Stiles et al. (2017) encontraron que 51% de las especies analizadas tuvieron cambios significativos en el sector del norte de Bogotá. La mayoría de los cambios se asociaron con cambio climático con la llegada y aumento de especies de tierras más bajas y la disminución y desaparición de especies que se están desplazando a elevaciones mayores. Causas potenciales adicionales incluyen la urbanización y otras acciones antrópicas. En los peces, se monitorean los desembarcos como estrategia para el seguimiento a las poblaciones bajo presión de pesca, con evidencia, en la localidad de Bocas del Guayuriba (parte alta del río Meta), del cambio en la composición de las especies capturadas, con disminución y en algunos casos desaparición de las de mayor tamaño (< 80 cm de longitud esqueletal) y nivel trófico alto, que han sido reemplazadas por especies pequeñas (>30 cm de longitud esqueletal) y bajo nivel trófico (Ajiaco et al., 2015), lo que está sucediendo también en otras cuencas del país.

En cuanto a la vegetación, de la extensión territorial colombiana 53.2 millones de hectáreas están cubiertas por bosques naturales, los cuales están amenazados por la sobre-explotación de la madera, la tala para la apertura de la frontera agrícola, las fallas del mercado al infra-valorar los servicios ecosistémicos que prestan, la falta de incentivos económicos para su protección, la falta de medidas coercitivas sobre quienes los destruyen, los problemas asociados a la tenencia de la tierra, la potrerización, los cultivos ilícitos y la falta de compromiso y apoyo internacional efectivo (Becerra, 2012). Dadas estas causas en general se ha presentado un deterioro continuado de los ecosistemas forestales en Colombia. Por ejemplo, los bosques secos tropicales son de los más amenazados y degradados, estimándose que de los 80.000 km2 originales de este ecosistema, en la actualidad queda menos del 1.5 %, a su vez en el caso de los bosques andinos de una superficie original de 170.000 km2 queda cerca del 27% y de los bosques de manglar de 6000 km2 queda solo el 55% (Etter 1993). Adicionalmente, vastas áreas del territorio colombiano han sido designadas para actividades de producción o extracción de recursos naturales a gran escala, como es el caso de la región de los llanos orientales con el establecimiento de cultivos industriales a gran escala (López-Arévalo et al, 2014). Esto sin duda tendrá impactos negativos para la conservación de la biodiversidad. Debe anotarse que de las 35.476 especies de fauna que viven en Colombia, 395 están amenazadas, y de las 27.881 especies de plantas, 1.178 están amenazadas (Andrade, 2011). Con todo, a pesar del avance de la deforestación, el área que aún posee bosques naturales es poco más del 50% del territorio nacional. Todavía tenemos tiempo. Por esta razón es urgente frenar la destrucción de nuestro entorno natural, reservar más áreas para conservación y trabajar en modelos de desarrollo que sean armónicos con la conservación de los ecosistemas, nuestro capital más preciado (Bernal, 2016).

En el país se presentan serias falencias en cuanto al acceso a la información biótica pués aunque se cuenta con museos y colecciones en diversas regiones del país, la información no está centralizada, está desactualizada en algunos casos y no se garantiza el acceso a la misma en

otros casos. Adicionalmente gran parte de la información está dispersa en múltiples publicaciones y el Instituto Alexander von Humboldt (entidad encargada de velar por el conocimiento de la biodiversidad) no ha contado con los recursos necesarios para compilar la información. Aun así, existen fuentes de información formales como la revista Biota Colombiana y el portal del sistema de información sobre la biodiversidad de Colombia (SIB), en donde se estima que en el país existen alrededor de 62829 especies, incluyendo 1302 especies amenazadas y 922 especies introducidas, invasoras o trasplantadas (SIB, en línea).

Aunque en Colombia se han incrementado los programas de biología y ciencias afines (BOX 3), la falta de estímulos para investigación biológica básica, combinada a las dificultades operativas para acceder a localidades alejadas en el país, así como con limitantes institucionales, como el cobro por colectas biológicas orientadas a la investigación básica, representan limitantes para el conocimiento de la diversidad biológica del país. Empero, se perciben avances importantes en el conocimiento de la entomofauna colombiana, pero dada la riqueza biológica de este grupo faunístico, se estima que en general se requiere un mayor esfuerzo de colecta tanto en términos espaciales como temporales para acercarse al pleno reconocimiento de la entomofauna colombiana. Ahora bien, más allá del desconocimiento del número de especies y de su distribución en el país, existen profundos vacíos de información ecológica básica. Por ejemplo, a partir del trabajo de clasificación trófica de insectos acuáticos en la cuenca del río la Vieja (al norte del Valle del Cauca), se evidenció el desconocimiento que existe sobre la ecología de los organismos que habitan las quebradas tropicales: el 50% de los grupos taxonómicos reportados no presentaron información de hábitos dietarios en la zona tropical, cifra que incluye a un 20% de taxa para los que no existe información ni en el trópico ni en la zonas templadas, lo que destaca la necesidad de continuar profundizando en los aspectos ecológicos de las quebradas andinas (Chará-Serna et al, 2010). Aun cuando este es un solo ejemplo dentro de un grupo particular dentro del universo de los insectos, representa una falencia generalizada dentro de este importante componente de la integridad biológica y ecológica en los ecosistemas.

Otra gran falencia para completar el inventario nacional de biodiversidad se relaciona con la falta de recursos destinados a la investigación básica sobre ecología y distribución de los organismos, pues el país ha favorecido la investigación aplicada y la innovación. Adicionalmente las trabas administrativas de las autoridades ambientales se convierten en barreras que desestimulan la investigación básica en biodiversidad. López-Arévalo et al (2014) presenta un listado explicativo sobre algunas fuentes de información sobre biodiversidad y conservación.

Elementos potenciales que amenazan la diversidad biológica en Colombia, incluyen las invasiones biológicas de especies introducidas de plantas, reptiles, insectos (MADS, 2014). En este caso, el país ha avanzado en la identificación de especies y en propuestas de manejo. Ejemplos son el retamo espinoso y el ojo de poeta, que deben ser tenidos en cuenta en las acciones de gestión y erradicación de especies invasoras. Otro ejemplo es el pez león (*Pterois antennata*), que amenaza la diversidad marina en Colombia y en el Caribe. En cuanto a organismos considerados como “plagas agrícolas invasoras” el país ha avanzado en su

identificación y manejo. Por ejemplo, Kondo et al (2012) anotan la invasión biológica en la isla de San Andrés, así como las plantas hospederas cochinillas, en cuanto que Kondo y Simbaqueba (2014) hacen referencia a especies de insectos invasores que han afectado en los últimos años diversas zonas del país.

5. Conclusiones y Recomendaciones

A manera de síntesis del capítulo, esta sección pretende detallar puntos focales para orientar acciones futuras para la conservación de la biodiversidad en el país.

El proceso de conocer la biodiversidad debe generarse en las Universidades con el establecimiento de programas eficientes de educación, basados en la investigación y con un fuerte componente taxonómico y ecológico en los diferentes niveles de la biodiversidad (Gasca y Torres, 2013). Amat-García et al (2007) señalaron que la conservación de las especies de invertebrados depende en gran medida del conocimiento de su biología y, basándose en este factor, de la promulgación de las Listas Rojas o Libros Rojos. Sin un conocimiento básico es difícil calificar el grado de vulnerabilidad o de amenaza a que está enfrentada una especie. Los citados investigadores presentaron en el 2007 el "Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia" con referencia a 49 especies amenazadas de arañas, escorpiones, esquizómidos, escarabajos, abejas, avispas, hormigas, mariposas y cangrejos. Sin embargo estos mismos autores señalan que no se ha alcanzado ni siquiera el 30% de los inventarios requeridos para conocer la composición de géneros y especies de la mayoría de grupos. El número estimado de especies desconocidas en el país está entre 200000 y 900000 y con la tasa actual de descripción de especies nuevas en Colombia serían necesarios miles de años para completar el inventario nacional de la biodiversidad (Arbeláez-Cortés, 2013). Esta situación es crítica, dado que cada vez es menor la financiación de investigaciones en ciencia básica (inventarios, conocimiento ecológico), que existe una falencia en la formación de taxónomos de algunos grupos, la falta de colecciones de referencia en otros y los limitantes de bases de información actualizada y de fácil acceso sobre los diversos componentes de la biodiversidad. La financiación para Colombia de estudios de muestreo a largo plazo en localidades claves (como las zonas biogeográficas sub-muestreadas, en páramos, humedales, manglares, en entornos cercanos a los parques naturales o en regiones suburbanas), se constituye en un reto nacional con consecuencias globales sobre la biodiversidad y sus aportes al bienestar de las comunidades humanas. Así mismo, se ha indicado que es necesario el desarrollo de muestreos en hábitats específicos como fitotelmas, ambientes higropétricos, subterráneos, cuevas y en general ampliar las redes de muestreo en el país (Laython, 2017).

Se ha sugerido que es necesario aumentar el apoyo a la investigación taxonómica e intensificar el trabajo en ciertos taxones incluyendo insectos (Arbeláez-Cortés, 2013), como los himenópteros (Fernández, 2000) y dentro de los macroinvertebrados acuáticos, los anélidos, moluscos, ácaros y dípteros (Roldán-Pérez, 2016). Amat-García (2014) anota que los estudios que pretendan avanzar en el conocimiento sobre valoración de la biodiversidad de insectos en el país deben tener en cuenta: 1) intensificar la colecta y muestreo con inclusión de ejemplares

en colecciones; 2) describir nuevas especies; 3) enriquecer bases de datos y generar mapas digitales; 4) implementar estudios de alfa y beta diversidad; 5) integrar el componente filogenético para generar conocimiento genómico de las especies. Aun cuando existen importantes avances en el conocimiento de este grupo, se hace evidente la necesidad de ampliar las zonas de muestreo con esfuerzos en grupos biológicos poco representados en museos y colectas, incluyendo aquellos de tamaño y abundancias poblacionales reducidas, así como de comportamiento o morfologías crípticas.

En el caso de anfibios y reptiles, la alteración del hábitat y la contaminación, producto de la actividad agrícola y ganadera, pueden afectar la diversidad de este grupo biológico (Méndez-Narváez, 2014), lo que se constituye en necesidades de trabajos futuros. En lo referente a la riqueza íctica, a pesar de los avances registrados en los últimos años, las cuencas de Colombia aún requieren mayor esfuerzo de muestreo geográfico y temporal. Una estrategia interinstitucional debe ser concertada para equilibrar los intereses académicos, políticos, sociales, económicos y ambientales en torno a los peces dulceacuícolas nacionales (Chaves y Santamaría, 2006).

Por otra parte, es prioritario el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas en las regiones que contienen áreas silvestres remanentes que ofrecen valores de biodiversidad y servicios ambientales importantes para la sociedad (Gasca y Torres, 2013). Ahora bien, el control efectivo de tierras protegidas o no, debe garantizarse no solo desde el reforzamiento de la presencia física del estado, si no también con la implementación de programas de desarrollo rural que involucren de manera prioritaria los agentes locales en el manejo de áreas ricas en biodiversidad y capital natural (Clerici et al, 2019). En este sentido, se requiere del desarrollo de estrategias de planificación territorial integral, que incluyan valores desde las dimensiones ecológica y social, considerando las complejidades de los territorios (Aldana-Domínguez et al, 2017).

El reconocimiento de la existencia de "nuevos ecosistemas" (novel ecosystems, NE), incluyendo entornos diseñados por el hombre (e.g. albercas artificiales para la irrigación), perturbaciones en la sucesión (e.g., campos abandonados con sucesiones forestales), y ecosistemas sometidos a procesos actuales de perturbación (e.g. plantaciones de palma de aceite) (Evers et al, 2018), representan puntos de interés en la investigación en la diversidad asociada al capital natural presente en los genes, especies y ecosistemas, para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos para las comunidades locales en Colombia. Por ejemplo, la diversidad de mamíferos encontrados en zonas de plantaciones de palma africana asociadas ecosistemas naturales, hace pensar en los bosques de galería y las lagunas artificiales como elementos del paisaje que podrían aportar a la diversidad en este tipo de agroecosistemas (Pardo-Vargas y Payán-Garrido, 2015).

Las acciones de conservación nunca llegarán a ser efectivas si no se cuenta, como ya se ha mencionado, con la educación y participación de las comunidades humanas locales y el apoyo de actores de carácter gubernamental como reservas municipales, alcaldías, gobernaciones, corporaciones autónomas regionales, entre otras (Gasca y Torres, 2013).

6. Agradecimientos

Agradecemos a los revisores de las versiones preliminares de este capítulo, así como a los autores contribuyentes que colaboraron con la elaboración de los recuadros. Agradecemos a la instituciones que han apoyado a los autores del presente capítulo, incluyendo a la Universidad de Antioquía, a la Universidad EAFIT-urbam, a la Corporación Universitaria Lasallista, a la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, a la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., a la Pontificia Universidad Javeriana, el Departamento Tierra y Ambiente de la Universidad Internacional de la Florida (FIU), a la Universidad Abierta y a Distancia y al Instituto Alexander von Humboldt. BirdLife International facilitó los mapas de las áreas de endemismo aviar presentes en Colombia.

7. Literatura Citada

Acebedo V., J.S., Clavijo-Giraldo, A. & Uribe S., S. (2019). Actualización sobre la presencia y distribución de polillas venenosas de la subfamilia Hemileucinae (Lepidoptera: Saturniidae) en Colombia. Boletín Museo Entomológico Francisco Luís Gallego, 11(1):6-14.

Acero, A. & Polanco, A. (2017). Biodiversidad íctica de los mares colombianos: riqueza amenazada. Rev. Acad. Colom. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(159):200-212 doi:http://dx.doi.org/10.18257//raccefyn.480

Ajiaco-Martínez, R. E., Ramírez-Gil, H., & Bolaños-Briceño, J. A. (2015). La pesquería en Bocas del Guayuriba, alto río Meta, Orinoquia colombiana. Villavicencio: Editorial Unillanos. 100 pp.

Alberico, M., Cadena, A., & Muñoz-Saba, Y. (2000). Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota colombiana, 1(1): 43-75.

Aldana-Domínguez, J., Montes, C., Martínez, M., Medina, N., Hahn, J., & Duque, M. (2017). Biodiversity and ecosystem services knowledge in the Colombian Caribbean: progress and challenges. Tropical Conservation Science, 10: 1-41.

Álvarez-León, R. & F. de P. Gutiérrez-Bonilla. Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. Rev. Acad. Colomb.Cienc. 31 (121): 557-574.

Amat-Garcia, G. (2014). El escenario de la biodiversidad en la entomología colombiana. En: López-Arevalo, H.F, Montenegro, O.L. & Lievano-Latorre, L.F. (2014). ABC de la biodiversidad. Editorial Universidad Nacional de Colombia y Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá. p.38.

Amat-García, G., & Aguirre, J. (Eds.). (2015). Protagonistas de la biodiversidad en Colombia. Jardín Botánico José Celestino Mutis / Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Amat, G.G., Andrade, M.G., Amat, G.E.C. (2007). Libro rojo de especies amenazadas de invertebrados terrestres de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

Amat-García., G., Andrade, G., & Fernández, F. (1999). Insectos de Colombia, Vol II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Coleccion Jorge Alvarez Lleras, (13).

Amat-García, G. & Fernandez, F. (2011). Diversity of Lower Insects (Arthropoda: Hexapoda) in Colombia: I. Entognatha to Polyneoptera. Acta Biológica Colombiana, 16(2), 205-220.

Amat-García, G., & Reyes-Castillo, P. (2002). Los Coleoptera Passalidae de Colombia. Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES, 139-151.

Amat-García, G. & Reyes-Castillo, P. (2007). Contribución al conocimiento de *Verres* kaup, 1871 (Coleoptera: Passalidae) de Colombia. Caldasia, 29 (1), 87-95.

Andrade-C., M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35(137), 491-507.

Andrade-C., M. G., García, G.A., Fernández, F. (eds) Insectos de Colombia: estudios escogidos (1996).

Andrade-C., M. G. (2002). Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 2, 153-172.

Andrade G. I., M. E. Chaves, G. Corzo y C. Tapia (eds.). (2018). Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Primera aproximación. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 220 p.

Angarita- Sierra T., Ospina-Sarria J., Anganoy-Criollo M., Pedroza-Banda R., Lynch J.D. (2013). Guía de campo de los Anfibios y Reptiles del departamento de Casanare (Colombia). Serie Biodiversidad para la Sociedad No. 2. Universidad Nacional de Colombia, Sede Orinoquia; YOLUKA ONG, Fundación de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Bogotá-Arauca.

ANT (2018). Agencia Nacional de Tierras. Resguardos indígenas, Escala. . Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Resguardos-Ind-genas/2wvk-ve5b

Arbeláez-Cortés, E. (2013). Describiendo especies: Un panorama de la biodiversidad Colombiana en el ámbito mundial. Acta Biológica Colombiana, 18(1), 165-178.

Ardila, N., Navas, G., Reyes, J. (eds.). (2002). Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Invemar y Ministerio del Medio Ambiente. Santa Marta, Colombia.

Ardila-Camacho, A., Vargas, J. F., Arango, C. J., García-García, A., & Machado, R. J. P. (2017). New distributional records of Mecoptera (Insecta) from Colombia. Papéis Avulsos de Zoologia, 57(18), 221-229.

Arias-Alzate, A. F., González-Maya, J. F., & Víquez, L. R. (2012). Conservación de mamíferos del Chocó: distribución, riqueza y representatividad de las áreas protegidas. Revista Biodiversidad Neotropical, 2 (2), 71-82.

Armenteras, D., Rodríguez, N., & Retana, J. (2013). Landscape Dynamics in Northwestern Amazonia: An Assessment of Pastures, Fire and Illicit Crops as Drivers of Tropical Deforestation. PLoS ONE, 8(1). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054310

Asociación Colombiana de Ictiólogos - Acictios. Listado de peces de agua dulce. https://www.acictios.org/listado-de-peces-de-agua-dulce-de-colombia-detalles-de-actualizacion/. Consultado el 11-03-2019

Asociación Colombiana de Ornitología (2018): Lista de referencia de especies de aves de Colombia. v1. Asociación Colombiana de Ornitología. Dataset/Checklist. http://doi.org/10.15472/qhsz0p

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (2017). Exportaciones de peces. Bases de datos.

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (2019). Servicio estadístico pesquero colombiano. Recuperado de: http://sepec.aunap.gov.co.

Avendaño, J.E., C.I. Bohórquez, L. Rosselli, D. Arzuza-Buelvas, F.A. Estela, A.M. Cuervo, F. G. Stiles & L.M. Renjifo (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). Ornitología Colombiana 16: eA01-1 - 83.

Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., ... & Matos, D. M. S. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services*, *2*, 56-70.

Ballesteros, J., Racero, J., & Núñez, M. (2007). Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costanera del departamento de Córdoba-Colombia. Revista MVZ Córdoba, 12(2).

Barrero, EY., Ramos, P.A. (2017). Análisis bibliometríco de artículos científicos sobre biodiversidad en algunos países de Latinoamerica, 1991-2015 (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.

Barriga, J.C., & Moreno, A.G. (2013). Listado de las arañas de Colombia (Arachnida: Araneae). Biota Colombiana, 14(Supl.), 21-33.

Becerra, M. R. (2012). La biodiversidad en Colombia. Accesible en: http://www.manuelrodriguezbecerra.org/bajar/biodiversidad.pdf Consulta el 19-06-2018.

Bernal, R. Gradstein, R. Celis, M. (2016). Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2 volúmenes 3060 p.

BirdLife International (2019) Country profile: Colombia. Available from http://www.birdlife.org/datazone/country/colombia. Checked: 2019-02-21

Blanco-Libreros, J. F., & Álvarez-León, R. (2019). Mangroves of Colombia revisited in an era of open data, global changes, and socio-political transition: Homage to Heliodoro Sánchez-Páez.

Blanco-Torres, A., Bastidas-Molina, B., & Parra-Torres, F. (2017). Variación espacial y temporal de la herpetofauna en ecosistemas de sabanas inundables de la Orinoquía-Colombia: Spatial and temporal variation of the herpetofauna in floodable savannas ecosystems of Orinoquia-Colombia. Caldasia, 39(2), 354-369.

Bocanegra, K., Fernández, F., & Galvis, J. (2015). Grupos Funcionales De Árboles En Bosques Secundarios De La Región Bajo Calima (Buenaventura, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, *19*(1), 17–40. https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.

Buritica, P., Yepez, M. Pardo, V. (2014). Pucciniales (Fungi), Royas de Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 67 (Suplemento 1), S 1-93.

Cadena-Castañeda, O. J., Cardona, J. M. & Bentos-Pererira, A. (2015). Introducción a los saltamontes de Colombia (Orthoptera: Caelifera: Acrididea: Acridomorpha, Tetrigoidea & Tridactyloidea). Lulu. com.

Calderón, E., Galeano, G., García, N. (Eds.). (2002). Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. La serie Libros

rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.

Calderón, E., Galeano, G., García, N. (Eds.). (2005). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, frailejones y zamias. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Calderón-Sáenz, E. (Ed.). (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 6: Orquídeas. Primera Parte. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Cano, M. (2014). Una tarea titánica en el mundo de lo diminuto. Pesquisa Javeriana, Marzo-mayo: 4-6.

Carbonell, C. S., Rowell, C. H. F., Bentos-Pereira, A., & Porras, M. F. (2007). Checklist of Orthoptera Caelifera from Colombia. Zootaxa, 1594, 39-59.

Cardinale, B. J., Gonzalez, A., Allington, G. R., & Loreau, M. (2018). Is local biodiversity declining or not? A summary of the debate over analysis of species richness time trends. Biological Conservation, 219, 175-183.

Cárdenas, L.D., Salinas, N.R. (Eds.). (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. p. 232.

Cardona-Botero, V. E., Viáfara-Vega, R. A., Valencia-Zuleta, A., Echeverry-Bocanegra, A., Hernández-Córdoba, O. D., Jaramillo-Martinez, A. F.,Galvis-Cruz, R., Gutiérrez-Zúñiga, J.A.; & Castro-Herrera, F. (2013). Diversidad de la herpetofauna en el Valle del Cauca (Colombia): un enfoque basado en la distribución por ecorregiones, altura y zonas de vida. Biota Colombiana, 14(2), 153-233..

Cardona M., C., & Mesa C., N. C. (2015). Entomología económica y manejo de plagas. Universidad de Colombia Sede Palmira.

Carvajal-Quintero, J. D., Escobar, F., Alvarado, F., Villa-Navarro, F. A., Jaramillo-Villa, Ú., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2015). Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes, Colombia. *Ecology and Evolution*, *5*(13), 2608–2620. https://doi.org/10.1002/ece3.1539

Castaño-Mora, O. V. (Ed.). (2002). Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. Bogotá, Colombia.

Castaño, J. H., Muñoz-Saba, Y., & Botero, J. E. (2003). Mamíferos del departamento de Caldas-Colombia. Biota colombiana, 4(2).

Castellanos, C., Sofrony C, Higuera D, Peña N. y Valderrama N. 2017. Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: Una apuesta para su implementación. En: Moreno, L. A., Andrade, G. I., y Ruíz-Contreras, L. F. (Eds.). 2016. Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 106 p.

Chacón de Ulloa, P. & Abadía, J.C. (2014). Dos décadas de estudio de la diversidad de hormigas en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 38(148), 250-260.

Chará-Serna, A. M., Chará, J. D., Zúñiga, M. D. C., Pedraza, G. X., & Giraldo, L. P. (2010). Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. Universitas Scientiarum, 15(1), 8 p.

Chardon, C.C. Toro, RA. (1930). Mycological explorations of Colombia. Journal of the Department of Agricultural of Porto Rico. 14(4). 195-369

Chasqui V., L., A. Polanco F., A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas. (Eds.) (2017). Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p

Chaves, M.E. y Santamaría, M. (eds). (2006). Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998 - 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 Tomos.

Chirivi-Salomon JS, G Dianes, R Sierra, N Shauer, S Trenkamp, S Restrepo, T Sanjuan, 2017. Metabolomic Profile and Nucleoside Composition of Cordyceps nidus sp. nov. (Cordycipitaceae): a New Source of Active Compounds. PLOS ONE doi: 10.1371/journal.pone.0179428

Chirivi-Salomon, JS, G Dianes, S Restrepo, T Sanjuan. 2015. *Lecanicillium sabanense* sp. nov. (Cordycipitaceae) a new fungal entomopathogen of coccids. Phytotaxa 234 (1): 063–074

Clerici, N., Salazar, C., Pardo-Díaz, C., Jiggins, C. D., Richardson, J. E., & Linares, M. (2019). Peace in Colombia is a critical moment for neotropical connectivity and conservation: Save the northern Andes–Amazon biodiversity bridge. Conservation Letters, 12(1), e12594.

Conde-Saldaña, C. C., Albornoz-Garzón, J. G., López-Delgado, E. O., & Villa-Navarro, F. A. (2017). Ecomorphological relationships of fish assemblages in a trans-Andean drainage, Upper Magdalena River Basin, Colombia. *Neotropical Ichthyology*, *15*(4). https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170037

Constantino, L. M., Benavides M. P., & Esteban Durán, J. R. (2014). Description of a new species of coffee stem and root borer of the genus *Plagiohammus* Dillon and Dillon from Colombia (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae), with a key to the Neotropical species. Insecta mundi, 0337: 1–21

Constantino, L. M., Cadena-Castañeda, O. J., Cardona G., J. M, Machado, P. B., & Góngora B., C. (2018). A new Colombian pest species of the genus Poecilocloeus Bruner (Orthoptera: Acrididae: Proctolabinae) on coffee, with a key to the Neotropical species. Insecta Mundi, 0621: 1–25.

Correa-Ayram, C.A., Díaz-Timote, J., Etter, A., Ramírez, W. y G. Corzo. (2018). El cambio en la huella espacial humana como herramienta para la toma de decisiones en la gestión del territorio. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Goméz, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Correa, S. B., & Winemiller, K. O. (2014). Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. Ecology, 95(1), 210-224.

Corredor, L. G., E. B. Velasquez, V. J. A. Velasco, F. Castro, W. Bolivar y V. M. L. Salazar. (2010). Plan de acción para la conservación de los anfibios del departamento del Valle del Cauca. CVC. Colombia. 44 pp.

Cuartas, C.A, & Muñoz, J. M. (2003). Lista de los Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Antioquia, Colombia. Biota Colombiana, 4(1), 65-78.

Díaz, J.M., G. Melo, J.M. Posada, A. Piedra y E. Ross (2014). Guía de identificación: Invertebrados marinos de importancia comercial en la costa Pacífica de Colombia. Fundación MarViva. San José, Costa Rica. 102 pp.

DoNascimento, C., Herrera-Collazos, E.E., Herrera-R, G. A., Ortega-Lara, A., Villa-Navarro, F.A., Usma-Ovierdo, J.S., Maldonado-Ocampo, J.A. (2017). Checklist of the freswater fishes of Colombia a Darwin Core alternative to the updating problem. Zookeys 708:25-138.

Etter, A., Mcalpine, C., Phinn, S., Pullar, D., & Possingham, H. (2006). Characterizing a tropical deforestation wave: A dynamic spatial analysis of a deforestation hotspot in the Colombian Amazon. Global Change Biology, 12(8), 1409–1420.

Etter, A., McAlpine, C. A., Seabrook, L., & Wilson, K. A. (2011). Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*, *144*(5), 1585–1594.

Etter, A., Amaya, P., y Arévalo, P. (2016). Bosques, sabanas y páramos: cincuenta años de transformación en los ecosistemas en Colombia. EnM.F. Gómez, L. A. Moreno, y G. Andrade-Pérez (Eds.), Biodiversidad 2015. Estado y Tendencias de la Biodiversidad continental de Colombia. (p. 27). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado a partir de http://hdl. handle.net/20.500.11761/9305

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., & Cortés, J. (2017). Actualización de la Lista Roja de los Ecosistemas Terrestres de Colombia: conocimiento del riesgo de ecosistemas como herramienta para la gestión. *Biodiversidad*.

Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). Estado de los ecosistemas colombianos-2014: una aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. Bogotá, Colombia: From Alaska to Patagonia: IUCN Red List of the Continental Ecosystems of the Americans. URL: https://iucnrle.org/static/media/uploads/references/published-assessments/etter-etal-2015-national-rle-assessment-final-report-colombia-sp.pdf Consulta el 20-04-2018.

Etter, A. (1993). Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. Nuestra diversidad biótica. *CEREC y Fundación Alejandro Angel Escobar.*, 47–66.

Evers, C. R., Wardropper, C. B., Branoff, B., Granek, E. F., Hirsch, S. L., Link, T. E., ... & Wilson, C. (2018). The ecosystem services and biodiversity of novel ecosystems: A literature review. Global Ecology and Conservation, 13, e00362.

Escobar-Lasso, S., Cerón-Cardona, J., & Castaño-Salazar, J. (2013). Los mamíferos de la cuenca del río Chinchiná, en la región andina de Colombia. Therya, 4(1), 139-155.

Espejo, N., & Morales, N. (2019). Variación de la diversidad taxonómica y funcional de la avifauna en un bosque seco tropical (bs-T) en diferentes estados de sucesión en el sur del Valle del Magdalena, Huila, Colombia. *Caldasia*, *41*(1), 108–123.

Faber-Langendoen, D., Keeler-Wolf, T., Meidinger, D., Tart, D., Hoagland, B., Josse, C., ... & Comer, P. (2014). EcoVeg: a new approach to vegetation description and classification. *Ecological Monographs*, *84*(4), 533-561.

Faith,, D.P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. Biological conservation, 61:1-10.

Fernández, F. (2000). Sistemática de los himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y perspectivas. Sociedad Entomológica Aragonesa, SEA, Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática: PRIBES 2000: Trabajos del 1er taller iberoamericano de entomología sistemática, 233-243

Fernández, F., Andrade-C., M.G. & Amat, G.D. (2004). El estudio de los insectos en Colombia y los retos de la entomología del nuevo siglo (No. Doc. 21585) CO-BAC, Bogotá).

Flórez-D., E. & Sánchez-C., H. (1995). La diversidad de los arácnidos en Colombia, aproximación inicial. En: Rangel-Ch, J.O. (ed.), Colombia Diversidad Biótica I. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia-Inderena, Bogotá, 327-372.

Flantua, S. G. A., O'dea, A., Renske, |, Onstein, E., Giraldo, C., Hooghiemstra, H., & Antonelli, A. (2019). The flickering connectivity system of the north Andean páramos. *Journal of Biogeography*, *00*, 1–18.

Franco, J. L. de A. (2013). The concept of biodiversity and the history of conservation biology: from wilderness preservation to biodiversity conservation. História (São Paulo) 32: 21-47.

Galván-Guevara, S.(2010). Mamíferos y aves silvestres registrados en una zona de los Montes de María, Colosó, Sucre, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA, 2(1), 45-57.

García, N. (ed.). (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 5: Las magnoliáceaes, las miristicáceaes y las podocarpáceaes. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Corantioquia, Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

García, N., Galeano, G. (eds.). (2006). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

García-Herrera, L. V., Ramírez-Fráncel, L. A., & Flórez, G. R. (2015). Mamíferos en relictos de bosque seco tropical del Tolima, Colombia. Mastozoología neotropical, 22(1), 11-21.

Gasca, H. J. & Torres, D. (2013). Conservación de la biodiversidad en Colombia, una reflexión para una meta: conocer y educar para conservar. Cuadernos de Biodiversidad, (42), 31-37.

García, H., Moreno, L. A., Londoño, C., y Sofrony, C., (2010), Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: Actualización de los antecedentes normativos y políticos y revisión

de avances. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos.

Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical DeforestationTropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*, *52*(2), 143-150.

González, L. A. & Andrade-C., M. G. (2008). Diversidad y biogeografía preliminar de las mariposas saltarinas (Lepidoptera: Hesperiidae) de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, 32(124), 421-433.

Gonzalez, V. H., & Engel, M. S. (2004). The tropical Andean bee fauna (Insecta: Hymenoptera: Apoidea), with examples from Colombia. Entomologische Abhandlungen, 62(1), 65-75.

González, V. H., Ospina, M., & Bennett, D. J. (2005). Abejas altoandinas de Colombia: Guía de campo. Instituto de investigación en recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C. 80 p.

González-Córdoba M, Zúñiga MC, Giraldo LP, Ramírez YP & J Chará (2016). Nuevos registros de cuatro especies de *Hintonelmis* y cinco de *Gyrelmis* para Colombia (Insecta: Coleoptera: Elmidae). En: Resúmenes Tercer Congreso Latinoamericano de Macroinvertebrados de Agua Dulce. Biodiversidad y Ecología Funcional en el Neotrópico. Resúmen.p. 125

González–Maya, J. F., Arias–Alzate, A., Granados–Peña, R., Mancera–Rodríguez, N. J. & Ceballos, G. (2016). Environmental determinants and spatial mismatch of mammal diversity measures in Colombia. Animal Biodiversity and Conservation, 39.1: 77–87

Granados Peña, R. E. (2013). Diversidad taxonómica, funcional y filogenética de mamíferos en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín). 111 p.

Grupe, A.C., Vasco-Palacios, A.M., Smith, M.E., Boekhout, T., Henkel, T.W (2016). *Sarcodon* in the Neotropics II: four new species from Colombia and a key to the regional species. Mycologia (108): 791-805.

Hilty, S. L., Brown, W. L. (1986). A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. 836 pp.

Jiménez, D. J., Andreote, F. D., Chaves, D., Montaña, J. S., Osorio-Forero, C., Junca, H., … Baena, S. (2012). Structural and Functional Insights from the Metagenome of an Acidic Hot Spring Microbial Planktonic Community in the Colombian Andes. *PLoS ONE*, *7*(12), 1–15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052069

IAvH (1998). Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad 1997 - Colombia. Ed. Chaves, M.E.; Arango, N. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA y Ministerio de Ambiente. Bogotá. Vol. I. 536 p.

IAvH (2012). Proyecto: Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia. Convenio Interadministrativo de Asociación 11-103. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Escala 1:100.000. Bogotá D.C., Colombia.

IAvH (2014) Biodiversidad 2014, Estado y tendencias de la biodiversidad de Colombia / editado por Juan Carlos Bello. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 104 p.

IAvH (2014). Bosque Seco Tropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Escala 1:100.000. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/search#|eca845f9-dea1-4e86-b562-27338b79ef29

IAvH (2015). Capa con las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS. 2015. Escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación Calidris, Red Nacional de Observadores de Aves – RNOA. Bogotá D.C., Colombia.

IAvH (2016). Ajuste de la capa del componente biótico, incorporada dentro del Mapa Nacional de Ecosistemas Terrestres, Marinos y Costeros de Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Descripción: Capa ajustada con base en regionalizaciones biogeográficas de Colombia de referencia, como la capa de regiones naturales del IGAC (2002) y las unidades biogeográficas de PNN (2015). Recuperada de: http://geonetwork.humboldt.org.co/geonetwork/srv/spa/search?#|a1afc35c-db98-4110-8093-98e599d1571e

IAVH 2016. Identificación de humedales, escala 1:100.000. Proyecto: Insumos para la delimitación de ecosistemas estratégicos: Páramos y Humedales. Convenio N° 13-014 (FA. 005 de 2013) suscrito entre el Fondo Adaptación y el Instituto Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto Alexander von Humboldt. (2019). Unidades de análisis ecosistémico para la Evaluación Nacional sobre los Impactos de la Minería en la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (documento borrador en consulta pública).

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von

Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Alexander von Humboldt (I.Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" (Invemar) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2013), Mapa de Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y Autoridades Ambientales Urbanas, Escala (1:2.500.000). Datum: MAGNA-SIRGAS.

IPBES (2013). Decisión IPBES-2/4: Marco conceptual de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. Recuperado de:https://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/Decision_2_4_es_0.pdf?file=1&type=node&id=14651

Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y Flórez, C. (eds.) (2015). Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 140 pp.

Jackson, P. W., y Sharrock, S. (2010). The context and development of a global framework for plant conservation. Botanical Journal of the Linnean Society, 166, 227-232.

Kondo, T., Gullan, P., & Portilla, A. A. R. (2012). Report of new invasive scale insects (Hemiptera: Coccoidea), *Crypticerya multicicatrices* Kondo and Unruh (Monophlebidae) and *Maconellicoccus hirsutus* (Green)(Pseudococcidae), on the island of San Andres and Providencia, Colombia, with an updated taxonomic key to iceryine scale insects of South America. Insecta Mundi, 2012(0264-0270), 1-17.

Kondo, T., & Simbaqueba, R. (2014). Sarucallis kahawaluokalani (Kirkaldy)(Hemiptera: Aphididae), a new invasive aphid on San Andres island and mainland Colombia, with notes on other adventive species. Insecta Mundi 0362: 1–10.

Lasso, C. A., Agudelo-Córdoba, E., Jiménez-Segura, L.F., Ramírez-Gil, H,, Morales-Betancourt, M,, Ajiaco-Martínez, R.E,, Gutiérrez, F.P., Usma, J.S., Muñoz-Torres, S.E. y Sanabria- Ochoa, A.I. (Editores.). (2010) I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Laython, M. (2017). Los Coleópteros Acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia, distribución y taxonomía. Trabajo de grado, M.Sc. Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Lievano.,L.F., & López, H.F.. (2015). Comunidad de mamíferos no voladores en un área periurbana andina, Cundinamarca, Colombia. Acta Biológica Colombiana, 20(2): 193-202.

Lean, C., Maclaurin, J. (2016). The value of phylogenetic diversity *In* Biodiversity conservation and phylogenetic systematics: preserving our evolutionary heritage in an extinction crisis. Pp 19-38 Pellens, R, Grandcolas, P. (Eds). Springer, New York.

Lewin, H. A., Robinson, G. E., Kress, W. J., Baker, W. J., Coddington, J., Crandall, K. A., Durbin, R., Edwards, S.V., Forest, F., Gilbert, M.T.P., Goldstein, M.M., Grigoriev, I.V., Hackett, K.J., Haussler, D., Jarvis, E.D., Johnson, W.E., Patrinos, A., Richards, S., Castilla-Rubio, J.C., van Sluys, M.A., Soltis, P.S., Xu, X., Yang, H. & Zhang, G. (2018). Earth BioGenome Project: Sequencing life for the future of life. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(17), 4325-4333.

Linares, E. L., Uribe–Meléndez, J. (2002). Libro rojo de briófitas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

López-Arevalo, H., Montenegro, O., & Lievano-Latorre, L. (2014). ABC de la Biodiversidad. Editorial Universidad Nacional de Colombia y Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá. 185 p.

Mace, G.M., Collar, N.J., Gaston, K.J., Hilton-Taylor, C., Akçakaya, H.R., Leader-Williams, N., Milner-Gulland, E.J., Stuart, S.N. (2008). Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. Conservation Biology. 22: 1424-1442.

Madrigal, A. (2003). Insectos forestales en Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellin.

Marín, C., & Parra, S. (2015). *Bitácora de flora: Guía visual de plantas de páramos en Colombia*. Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

May, R. M. (1990). How many species?. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 330(1257), 293-304.

Medellín, C., Avendaño, J., & Sarmiento, C. E. (2007). Géneros de Mantodea depositados en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Boletín Científico del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, 11, 148-159.

Medina, W., García, D. M., & Sánchez, F. (2015). Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal [Boyacá-Colombia].(Birds and Mammals of High Mountain Ecosystems in the Rabanal Paramo [Boyacá-Colombia].). Ciencia en Desarrollo, 6(2), 185-198.

Mejía, L.S. y A. Acero. (Eds.) (2002). Libro rojo de peces marinos de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojo de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.

Mejía C., S. (2009). Inventario de mamíferos grandes y medianos en el Parque Nacional Natural Munchique, Colombia. Mastozoología Neotropical, 16(1), 264-266.

Mejía-Falla, P., & Navia, A. F. (2019). Checklist of marine elasmobranchs of Colombia. Universitas Scientiarum, 24(1), 241–276. https://doi.org/10.11144/javeriana.sc24-1.come

Méndez-Narváez, J. (2014). Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. Biota Colombiana, 15(1), 94-110.

Mendoza-Henao, A. M., Cortes-Gomez, Á. M., Gonzalez, M. A., Hernández-Córdoba, O. D., Acosta-Galvis, A. R., Castro-Herrera, F., … Salgado-Negret, B. (2019). A morphological database for Colombian anuran species from conservation-priority ecosystems. *Ecology*, *100*(November 2018), 2685. https://doi.org/10.1002/ecy.2685

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 1912 de 2017. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible COLOMBIA, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2014). Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Bogotá, D.C., Colombia. 101 p.

Mittermeier, R., & Goettsch, C. (1997). Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex, Ciudad de México.

Mojica, J. I., Castellanos, C., Usma, S. y Álvarez, R. (Eds.). (2002). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Mojica, J.I., Galvis, G., Harrinson, I. y Lynch, J. (2012). *Rhizosomichthys totae* Miles 1942. Pp. 53-55. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds.) (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp

Moncada-Álvarez, L. I., Cuadra-Argel, L. A., & Pinilla-Agudelo, G. A. (2017). Biodiversidad de simúlidos (Diptera: Simuliidae) de Colombia: estado del conocimiento. Biota Colombiana, 18(2), 164-179.

Montoya, P., Gonzalez, M. A., Tenorio, E. A., López-Ordóñez, J. P., Pinto Gómez, A., Cueva, D., … Salgado-Negret, B. (2018). A morphological database for 606 Colombian bird species. *Ecology*, *99*(7), 1693.

Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G., & Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean?. PLoS biology, 9(8), e1001127.

Morales-Betancourt, M.A., C.A. Lasso, V.P. Páez y B.C. Bock. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015), ilustraciones de José Domingo Salvador Vega -- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Antioquia.

Morales-Castaño, I. T., & Medina, C. A. (2009). Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). Biota Colombiana, 10(1 y 2).

Moreno, S., del Pilar, R., Armenteras Pascual, D., & Cadena Vargas, C. E. (2017). *Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Moreno-Fonseca, C. J., & Amat-García, G. D. (2016). Morfoecología de gremios en escarabajos (Coleoptera: Passalidae) en un gradiente altitudinal en robledales de la Cordillera Oriental, Colombia. *Revista de Biologia Tropical*, *64*(1), 289–303.

Moritz, C. y Faith, D.P. (1998). Comparative phylogeography and the identification of genetically divergent areas for conservation. Molecular ecology 7: 419–429.

Mouillot, D., Graham, N. A. J., Villéger, S., Mason, N. W. H., & Bellwood, D. R. (2013). A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology and Evolution*, *28*(3), 167–177.

Muñoz-López, C. L., Aranguren-Riaño, N. J., & Duque, S. R. (2017). Functional morphology of phytoplankton in a tropical high mountain lake: Tota Lake (Boyacá- Colombia). [Morfología funcional del fitoplancton en un lago de alta montaña tropical: Lago de Tota (Boyacá-Colombia)]. *Revista de Biologia Tropical*, *65*(2), 669–684.

Mukherjee, S., Stamatis, D., Bertsch, J., Ovchinnikova, G., Verezemska, O., Isbandi, M., Thomas A.D., Ali R., Sharma K., Kyrpides N.C. & Reddy, T. B. K. (2016). Genomes OnLine Database (GOLD) v. 6: data updates and feature enhancements. Nucleic acids research, gkw992.

Naturalista. (En línea). Encuentra guías: Colombia. Accesible en: http://naturalista.biodiversidad.co/guides/search?commit=Buscar&page=1&q=colombia&utf8=%E2%9C%93 Consulta el 19-06-2018.

Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4: 355-364.

Norse, E.A. & R.E. McManus (1980). Ecology and living resources biological diversity. In Environmental quality 1980: The eleventh annual report of the Council on Environmental Quality, pp. 31-80. Washington, D.C.: Council on Environmental Quality.

Ocampo-Peñuela, N., & Pimm, S. L. (2014). Setting Practical Conservation Priorities for Birds in the Western Andes of Colombia. Conservation Biology, 28(5), 1260-1270. doi: 10.1111/cobi.12312

Páez, V. P., Arredondo, J. C., López, C., Martínez, L. M., Molina, C., & Restrepo, A. (2006). Reptiles de Colombia, diversidad y estado de conocimiento. En: Gast, F. (Ed.) Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998 – 2004. p. 108-130.

Páez, V. P., Bock, B. C., Estrada, J. J., Ortega, A. M., Daza, J. M. & Gutiérrez, P.D. (2002). Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia. Colciencias. 140 p.

Patiño, J. E., Estupiñán-Suárez, L. M. y Jaramillo, U. (2016). Humedales y unidades continental de Colombia. (p. 25). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander antropogénicas. En Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad von Humboldt. Recuperado a partir de http://hdl.handle.net/20.500.11761/32536

Pardo-Vargas, L. E., & Payán-Garrido, E. (2015). Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué, Casanare, Colombia. Biota Colombiana, 16 (1), 54-66.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2018), Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia, Multiescala (1:1000 y 1:100.000). Datum: MAGNA-SIRGAS, Recuperado de: service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=pnn:runap2&maxFeatures=10000&outputFormat=SHAPE-ZIP

Pedroza-Banda, R., Ospina-Sarria, J. J., Angarita-Sierra, T., Anganoy-Criollo, M., & Lynch, J. D. (2014). Estado del conocimiento de la fauna de anfibios y reptiles del departamento de Casanare, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 38(146), 17-34.

Perafán, C., Sabogal, A., Moreno-González, J. A., García-Rincón, A., Luna-Sarmiento, D., Romero-Ortíz, C., & Flórez, E. (2013). Diagnóstico del estado actual de la fauna de arácnidos y de su gestión en Colombia. En: Memorias 40° Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología-SOCOLEN, 308.

Pizano, C., González-M, R., López, R., Jurado, R. D., Cuadros, H., Castaño-Naranjo, A., García, H. (2016). El bosque seco tropical en Colombia. Distribución y estado de conservación. En Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. (p. 22). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado a partir de http://hdl.handle.net/20.500.11761/9305

Pyrcz, T. W., Clavijo, A., Uribe, S., Marin, M. A., Alvarez, C. F., & Zubek, A. (2016). Páramo de Belmira as an important centre of endemism in the northern Colombian Andes: new evidence from Pronophilina butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae, Satyrini). Zootaxa, 4179(1), 77-102.

Quimbayo, J. P., Mendes, T. C., Kulbicki, M., Floeter, S. R., & Zapata, F. A. (2017). Unusual reef fish biomass and functional richness at Malpelo, a remote island in the Tropical Eastern Pacific. Environmental Biology of Fishes, 100(2), 149–162. https://doi.org/10.1007/s10641-016-0557-y

Racero-Casarrubia, J., Ballesteros-Correa, J., & Pérez-Torres, J. (2015). Mamíferos del departamento de Córdoba-Colombia: historia y estado de conservación. Biota Colombiana, 16(2), 128-148.

Ramírez-Chaves, H. E., & Suárez-Castro, A. F. (2014). Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. Mammalogy Notes, 1(2), 223-235.

Ramírez-Chaves, H. E., Suárez-Castro, A. F., & González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. Mammalogy notes, 3(1), 1-9.

Ramírez-Chaves, H. E., & Noguera-Urbano, E. A. (2010). Lista preliminar de los mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento de Nariño, Colombia. Biota Colombiana, 11(1 y 2): 117-140.

Ramírez-Chaves, H. E., & Pérez, W. A. (2010). Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento del Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 11(1 y 2), 141-171

Ramírez-Chaves, H. E., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. A., & Marín, D. (2011). Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. Boletín Científico, Centro de Museos, Universidad de Caldas, 15(2), 139-156.

Ramírez-Gil, H., Martínez, A., López-Castañeda, J., & Molina-Rojas, Y. A. (2018). Consolidación del estado de la biodiversidad íctica del Caño Quenane-Quenanito. Villavicencio, Colombia

Rangel-Ch, J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *39*(151), 176-200.

Renjifo, L.M., Amaya-Villarreal, A.M. 2017. Evolución del riesgo de extinción y estado actual de conservación de las aves de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 41(161): 490-510.

Renjifo, L.M., Amaya-Villarreal, A.M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J., 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Vol. II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Ed. Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

Renjifo, L.M., Franco-Maya B., A.M., Amaya-Espinel, J.D., Kattan G.H., López-Lanus, B. (eds.). (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. ISBN 958-8151-08-2.

Renjifo, L.M., M.F. Gómez, J. Velásquez-Tibatá, A.M. Amaya-Villarreal, G.H. Kattan, J. D. Amaya-Espinel, J. Burbano-Girón. (2014). Libro rojo de aves de Colombia, Vol. I: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Ed. Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

Reyes-Castillo, P., & Amat-García, G. (2003). Passalidae (Coleoptera) de Colombia. Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento. Monografías Tercer Milenio, 3, 35-50.

Rodríguez-Barrios, J., Ospina-Tórres, R., & Turizo-Correa, R. (2011). Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista de Biologia Tropical*, *59*(4), 1537–1552.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., Jorgenson, J. (Eds.) (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 40(155), 254-274.

Rojas-Díaz, V., Reyes-Gutiérrez, M., & Alberico, M. S. (2012). Mamíferos (Synapsida, Theria) del Valle del Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 13(1): 99-116.

Rueda-Almonacid, J.V., Lynch, J.D., Amézquita, A. (eds.) (2004). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Salgado-Negret, B. (2016). La Ecología Funcional como aproximación al estudio , manejo y conservación de la biodiversidad : protocolos y aplicaciones. Protocolo de medición de rasgos funcionales en anfibios. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp. Retrieved from http://hdl.handle.net/20.500.11761/9299

Sánchez-C., H., Castaño-M, O & Cárdenas-A., G. (1995). Diversidad de los reptiles en Colombia. En: Rangel-Ch., J.O. (Ed.) Colombia diversidad biótica I. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Inderena, Fundación FES, 277-325.

Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild: the human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*, *52*(10), 891-904.

Sanjuan T., Tabima J, Restrepo S, Læssøe T, Spatafora JW, Franco-Molano A-E. (2014). Entomopathogens of Amazonian stick insects and locusts are members of the Beauveria species complex (Cordyceps sensu stricto). Mycologia 106(2):260-75. doi: 10.3852/106.2.260

Sanjuan TI, A-E Franco-Molano, R-M. Kepler, J-W. Spatafora, J Tabima, A-M Vasco-Palacios, S Restrepo (2015) Five new species of entomopathogenic fungi from the Amazon and evolution of neotropical Ophiocordyceps. Fungal Biology 119 (10): 901-916

Sanjuan, T. Phylogenetic study of the interaction *Cordyceps* sensu lato - insecta in the Northwest Amazon, an ecological, molecular and morphological analysis. Thesis Dissertation. Universidad de Antioquia. 127 p.

Sarmiento-Garcés, R.A. & Amat-García, G. (2017). Escarabajos del género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Colombia. Fauna de Colombia, Monografía No. 4. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. 132 p.

Sistema de información ambiental de Colombia, SIAC. Sistema de Información Ambiental para Colombia, SIAC. [En línea] Accesible en:http://www.siac.gov.co/siac_general Consulta el 11-01-2019.

Sistema de información sobre la biodiversidad de Colombia, SIB. Biodiversidad en cifras [En línea] Accesible en: https://www.sibcolombia.net/actualidad/biodiversidad-en-cifras/ Consulta el 21-06-2018.

Soacha, K., Martínez, S., y Rey-Velasco, J. (2018). Ciencia participativa. En Moreno, L. A., Rueda, C. y Andrade, G. I. (Eds.). 2018. Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Sociedad Colombiana de Mastozoología (2016) Lista de referencia de especies de mamíferos de Colombia. Versión 1.2. Conjunto de datos/Lista de especies. http://doi.org/10.15472/kl1whs

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves, H. E., & Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología neotropical, 20(2), 301-365.

Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. and Wege, D.C. (1998). *Endemic Bird Areas of the World. Priorities for biodiversity conservation*. BirdLife Conservation Series 7. Cambridge: BirdLife International.

Stiles, F,G., Rosselli, L. & De La Zerda, S. (2017) Changes over 26 Years in the Avifauna of the Bogotá Region, Colombia: Has Climate Change Become Important? Front. Ecol. Evol., 5: https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00058

Suárez, A.M. y Alzate B., E. (2014). Guía Ilustrada Anfibios y reptiles Cañón del río Porce, Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín, Colombia. 138 pp.

UNEP/CBD. 1994. Convention on Biological Diversity. Text and Annexes. The Interin Secretariat For the Convention on Biological Diversity, Geneva, Switzerland: 34 pp

Valencia-Aguilar, A., Cortés-Gómez, A. M., & Ruiz-Agudelo, C. A. (2012). Servicios ecosistémicos brindados por los anfibios y reptiles del Neotrópico: una visión general. Reflexiones sobre el capital natural de Colombia. Capital Natural de Colombia, Colombia, 1-24.

Van Dyke, F. (2008). Conservation biology. Foundations, concepts, applications. 2nd Edition. Springer, New York.

Vargas N., Pardo-de La Hoz C.J., Danies G., Franco-Molano A-E, Jiménez, P., Restrepo, S., Grajales, A. (2017). Defining the phylogenetic position of Amanita species from Andean Colombia. Mycologia. 2017;109(2):261-276. doi: 10.1080/00275514.2017.1309631

Vargas N., Restrepo, S. 2019. Checklist of ectomycorrhizal fungi associated to *Quercus Humboldtii* in Colombia. In: Guerin-Laguette A, Moreno J, Flores R, Quiang F (eds). Mushrooms, humans and nature in a changing world: Perspectives from ecological, agricultural and social sciences. Ed. Springer Nature.

Vasco, A-M., Lopez, C., Franco-Molano, A-E; Bokeout, T. (2014). *Austroboletus amazonicu*s sp. nov. and *Fistulinella campinaranae var. scrobiculata*, two commonly occurring boletes from a forest dominated by *Pseudomonotes tropenbosii* (Dipterocarpaceae) in Colombian Amazonia. Mycologia: (5) 1004-1014.

Vasco, A-M., Hernandez, J.,Penuela-Mora, M., Franco-Molano, A-F, Boekhout, T. 2018. Ectomycorrhizal fungi diversity in a white sand forest in western Amazonia. Fungal Ecology (31) 1-10.

Vasco, A-M., Franco-Molano, A-E. (2013). Diversity of Macrofungi of Colombia. Mycotaxon 121: 449.

Villéger, S., Mason, H., & Mouillot, D. (2008). New Multidimensional Functional Diversity Indices for a Multifaceted Framework. *Ecology*, *89*(8), 2290–2301.

Vélez A., R. (1997). Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Editorial Universidad de Antioquia.

Vélez, A. (2008). Checklist of Colombian cockroaches (Dictyoptera, Blattaria). Biota Colombiana, 9(1), 21-38.

Vergara-Ruíz., R. (1996). Entomología económica: talleres prácticos. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Wheeler, W. C., Whiting, M., Wheeler, Q. D., & Carpenter, J. M. (2001). The phylogeny of the extant hexapod orders. Cladistics, 17(2), 113-169.

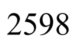
Wolff, M., Nihei, S. S., & de Carvalho, C. J. B. (Eds.). (2016). Catalogue of Diptera of Colombia. Zootaxa, 4122(1), 1-949.

Wilson, E. O. (1994). La diversidad de la vida. Crítica. Barcelona.

Yilmaz, N., Lopez, C. Vasco, A-M., Frisbad, J. Theelen, TJD, Franco-Molano, A-M., Bokeout, T., Houbraken, J. (2016) Four novel *Talaromyces* species isolated from leaf litter from

Colombian Amazon rain forests. Mycological Progress (2016) 15: 1041. https://doi.org/10.1007/s11557-016-1227-3

Zenner de Polanía, I. (2017). Reseña de la entomología económica y médica del siglo pasado en Colombia. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 20(1), 163-173.



8. Recuadros específicos

BOX 1. Especies Amenazadas

Desde inicios de la década del 2000 Colombia se ha vuelto muy activa en la evaluación de la amenaza de su biodiversidad con base en el conocimiento de expertos y evaluaciones mediante herramientas analíticas más objetivas. Estas evaluaciones se publican en los Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, una iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente, el Instituto Humboldt y otros Institutos nacionales de investigación y la academia en general. Los criterios y categorías utilizados son los de la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN), ampliamente utilizados a nivel mundial. La valoración se basa en el tamaño y la velocidad de la reducción de las poblaciones, el tamaño y estado del área de distribución de la especie y las amenazas sobre las poblaciones reducidas (Mace et al., 2008). Las especies que quedan categorizadas en las categorías crítica (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU) se consideran amenazadas.

En Colombia se han publicado 18 Libros Rojos de Especies Amenazadas, tres de los cuales son nuevas ediciones de algunos grupos realizadas más de 10 años de las primeras evaluaciones (peces marinos, peces dulceacuícolas y aves) (Tabla 1). El número de especies de peces marinos amenazadas pasó de 28 a 56, el de peces dulceacuícolas subió de 34 a 53 y las especies amenazadas de aves amenazadas también aumentó de 112 a 140 (Tabla xxx); estos cambios se deben tanto a mayor disponibilidad de información y cambios en los métodos analíticos como a cambios genuinos en su estado de conservación (Renjifo y Amaya-Villarreal 2017). A pesar de este esfuerzo de evaluación del estado de las especies, fundamental para la conservación de la biodiversidad colombiana, aún es muy grande el conocimiento y la proporción de especies que aún no se ha evaluado.

En estos libros se evidencia que el deterioro del hábitat es el mayor motor de amenaza sobre la biodiversidad en Colombia, en todos los grupos biológicos estudiados.

Tabla 1. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia publicados entre 2002 y 2017

Autores	Organismo	VU	EN	CR	Total
Ardila et al. (Eds), 2002	Invertebrados marinos	26	1	1	28
Amat et al. 2007	Invertebrados terrestres	23	18	5	46
Mejía y Acero (Eds.), 2002	Peces marinos	19	6	3	28
Chasqui et al. (Eds.), 2017	Peces marinos	43	7	6	56

Mojica et al. (Eds.), 2002	Peces dulceacuícolas	22	11	1	34
Mojica et al. (Eds.), 2012	Peces dulceacuícolas	48	4	1	53
Rueda-Almonacid et al. (Eds.), 2004	Anfibios	8	26	14	48
Castaño-Mora, 2002	Reptiles	7	10	8	25
Morales-Betancourt et al. 2017	Reptiles	17	16	10	43
Renjifo et al., 2002	Aves	50	43	19	112
Renjifo et al., 2014	Aves	67	56	17	140
Renjifo et al., 2016	Aves				
Rodríguez-Mahecha et al. (Eds.), 2006	Mamíferos	26	10	6	42
Linares y Uribe-Meléndez, 2002	Briófitas	83	5	8	96
Calderón et al. (Eds), 2002	Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae	33	27	11	71
Calderón et al. (Eds), 2005	Palmas, frailejones y zamias	21	25	16	62
García y Galeano (Eds.), 2006	Las bromelias, las labiadas y las pasiflora	39	22	4	65
Cárdenas y Salinas (Eds), 2007	Maderables	10	16	8	34
García (Ed)., 2007	Magnoliaceae, Myristicaceade, Podocarpaceae	10	22	12	44
Calderón-Sáenz (Ed.), 2007	Orquídeas 1a parte	137	64	6	207

En el año 2017, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Resolución 1912 del 15 de septiembre, mediante la cual se establece el listado oficial de las especies amenazadas, utilizando los mismos criterios del IUCN; las especies de esta lista serán objeto de medidas de conservación por parte de las entidades que conforman el Sistema Nacional Ambiental. Esta lista oficial se construyó con base en las listas de evaluación de los libros rojos, actualizadas hasta esa fecha (Tabla XXX).

En las especies animales, la Resolución contempla 488 especies amenazadas, 62 en la categoría de peligro crítico, 162 en peligro y 264 vulnerables. Del grupo de los anfibios la Resolución incluye siete especies adicionales a las del libro rojo, en los peces cambia de categoría una especie que en el libro rojo se encontraba como casi amenazada a vulnerable y no tiene en cuenta una especie presente en el libro rojo de pece marinos y en los mamíferos una especie considerada en el libro como vulnerable queda en la resolución como en estado crítico. En cuanto a vegetales, se reportan 814 especies de flora amenazadas, de ellas 120 en peligro crítico, 269 en peligro y 425 vulnerables, con 32 especies que no estaban en los listados de los libros rojos y sin tener en cuenta ocho presentes en los libros rojos. La mayor proporción de especies amenazadas (85%) pertenece a solo 11 familias y corresponde a plantas que son usadas comúnmente como ornamentales o maderables (Figura XX, Tabla XXXX) (MADS 2018). No obstante, quizá la mayor causa de amenaza de estas especies de plantas, igual que en los animales, es la pérdida de hábitat.

Tabla XXX. Especies en algún grado de amenaza según la resolución 1912 del 2017 del Ministerio de Medio ambiente

			Especies MADS 1912 2017			
			Total	**CR**	**EN**	**VU**
Animales			488	62	162	264
	Vertebrados		390	56	118	216
		Mamíferos	42	7	10	25
		Aves	140	17	56	67
		Reptiles	44	11	16	17
		Anfibios	55	14	26	15
		Peces	109	7	10	92
	Invertebrados		98	6	44	48
		Insectos	36	5	15	16
		Arácnidos	8	0	3	5
		Moluscos	33	0	25	8
		Crustáceos	14	0	0	14
		Corales	7	1	1	5
Plantas			814	120	269	425

Angiospermas	696	104	255	337
Gimnospermas	42	6	4	32
Musgos	51	2	1	48
Hepáticas	25	8	9	8

.

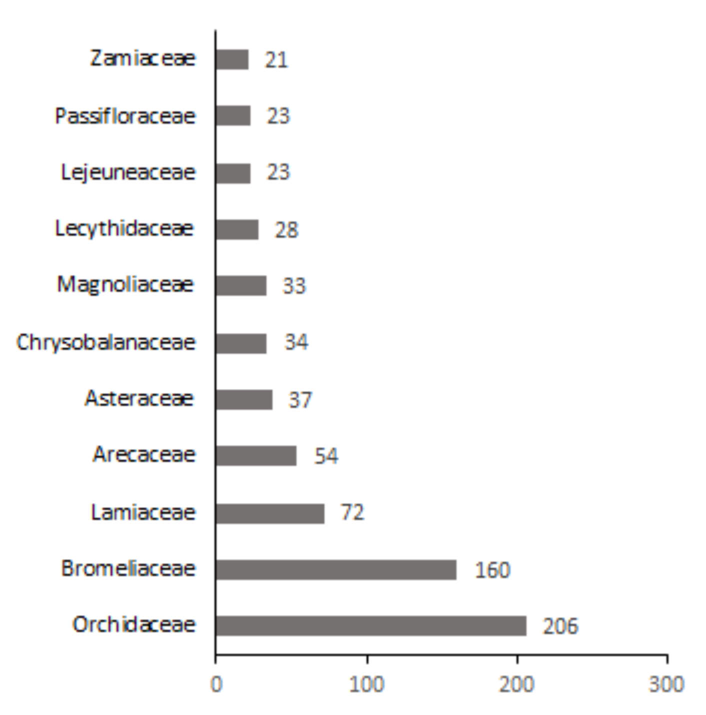


Figura XX. Familias botánicas con mayor número de especies amenazadas. Construida con datos tomados de MADS (2018).

Tabla XXXX. Especies representadas en el SiB Colombia en algún grado de amenaza según la resolución 1912 del 2017 del Ministerio de Medio ambiente

	Especies Amenazadas con datos en el SiB Colombia			
	Total	**CR**	**EN**	**VU**
Animales	406	50	126	230
Vertebrados	357	46	112	199
Mamíferos	34	3	10	21
Aves	132	15	54	63
Reptiles	41	10	16	15
Anfibios	50	13	23	14
Peces	100	5	9	86

Invertebrados		49	4	14	31
	Insectos	16	3	6	7
	Arácnidos	4	0	1	3
	Moluscos	10	0	0	10
	Crustáceos	13	0	6	7
	Corales	5	1	1	3
Plantas		627	95	214	318
	Angiospermas	539	81	203	255
	Gimnospermas	24	8	8	8
	Musgos	29	6	2	21
	Hepáticas	35	0	1	34

BOX 2. Aportes de la ciencia participativa a los datos sobre Biodiversidad del país

En los últimos 5 años (Soacha, 2018), la ciencia participativa a cobrado fuerza como herramienta para la construcción del conocimiento científico de la biodiversidad, a través de múltiples iniciativas donde los Colombianos participan de manera activa en la captura masiva de datos. La contribución de habitantes urbanos y rurales en todo el país, ha agilizado la incorporación de nuevos datos abiertos al inventario nacional de biodiversidad. En contraste con fuentes 'clásicas' de información como libros, informes técnicos y repositorios institucionales, entre otros, la ciencia participativa permite la captura y revisión de los datos de manera inmediata y por lo tanto los datos son disponibles para tomadores de decisiones en tiempo real.

Los datos abiertos provenientes de iniciativas de ciencia participativa aportan en la actualidad el 49% de los datos disponibles a través del SiB Colombia. De las cinco iniciativas, *iNaturalist Colombia* aporta más de la mitad de las especies observadas de ciencia participativa con 4.210 especies identificadas con grado de investigación (Figura X); mientras que *eBird Colombia* - comunidad de ornitólogos expertos y aficionados- es la red más activa y que aporta la mayor cantidad de datos, con más de tres millones de observaciones (Tabla x).

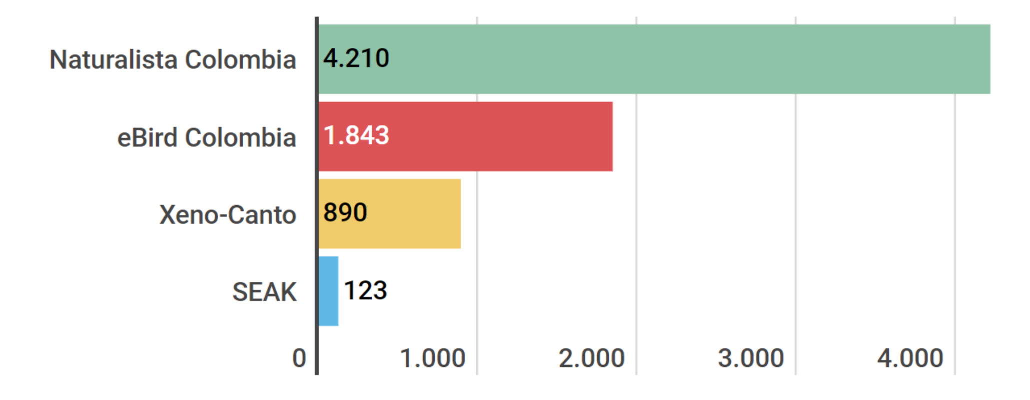


Figura x. Especies aportadas por iniciativas de Ciencia participativa con datos disponibles a través del SiB Colombia

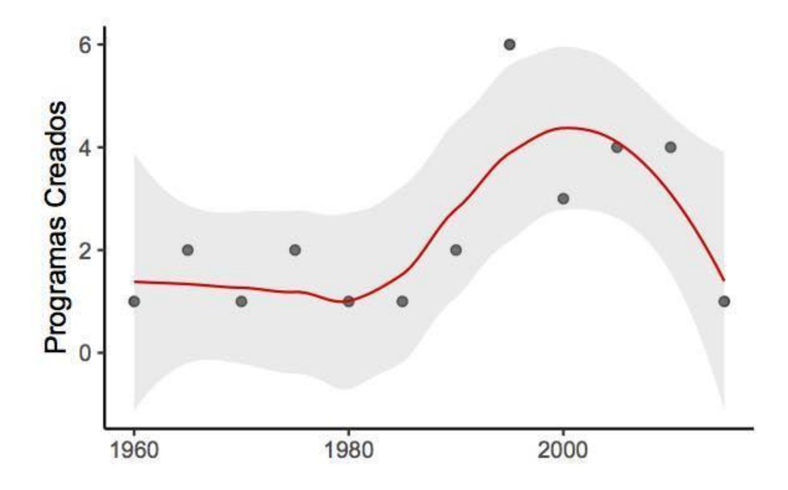
Tabla x. Observaciones aportadas por iniciativas de Ciencia participativa con datos disponibles a través del SiB Colombia.

Nombre	Observaciones
eBird Colombia	3'241.184
Naturalista Colombia	27.549
Xeno-Canto	4.765
SEAK	155

El GBD nace en el año 2015 organizado por la Universidad de Cornell. En Colombia es un evento muy bien consolidado que durante tres años consecutivos ha logrado llevarse el primer puesto: en 2017 se registraron 1.479 aves, en 2018 un total de 1.550 y en 2019 un total de 1.591. Este evento, cuenta con el respaldo de muchas entidades en el país, entre ellas ProColombia, Satena, el Ministerio de Industria y Comercio, entre otros.

BOX 3. Programas de Biología y afines

En Colombia en la actualidad hay 40 programas universitarios relacionados con ciencias biológicas: 31 programas de biología, 7 de licenciatura en biología y ciencias ambientales, 2 programas de ecología, 4 programas de ciencias forestales y un número creciente de programas de Agroecologia y Agoforesteria donde se están creando escuelas que entre sus múltiples enfoques, contemplan el de los inventarios de biodiversidad. Durante los años sesenta fueron creados los programas de biología en la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de los Andes y Universidad del Atlántico. Años después, en los setentas fueron creados los programas en la Universidad del Valle, Universidad del Cauca y Universidad de Antioquia. Todas estos programas asociados a colecciones biológicas y museos de historia natural. Durante los ochenta se crearon algunos programas de licenciatura en biología y química en universidades públicas de provincia (Tolima. Quindío, Atlántico y Sucre), los cuales años después mutaron a carreras en biología. Durante los noventas se crean muchos programas de biología en varias universidades públicas y pocas privadas. Este fenómeno seguramente determinado por la importancia en tener facultades de ciencias para la acreditación de las universidades (ley 30 de 1992?). Durante esta década es quizás donde se da un mayor crecimiento en la oferta de programas de pregrado en biología (ver Figura). Finalmente. Durante el inicio del milenio, varias universidades privadas deciden crear programas en biología y ecología, posiblemente producto del mayor interés de la sociedad civil en los fenómenos naturales y en la importancia de conocer y conservar los recursos naturales. Finalmente, surge la pregunta, Colombia necesita tantos biólogos o ecólogos? La capacidad de carga de nuestro país, mirada como el desempeño profesional de cientos de jóvenes que están saliendo de las universidades, es suficiente?



BOX 4. Análisis de las Publicaciones en Colombia relacionadas con el CDB en los años 1991 a 2015

Con el fin de conocer las tendencias de la investigación en Biodiversidad en Colombia que cumplen con los objetivos primordiales del CDB: *conocer*, *conservar* y *utilizar*, se presenta a continuación un análisis bibliométrico en el intervalo de los años 1991-2015 realizado con la base de datos *Scopus* y analizado con los softwares *VastagePoint* y *VOSviewer* basados parcialmente en el trabajo de Barrero & Ramos (2017).

Se obtuvieron 21.701 documentos publicados en 1.808 revistas, de acuerdo con las ecuaciones de búsqueda. Se encontró un incremento en el número de publicaciones de artículos, citaciones y colaboraciones entre instituciones y países en la última década. Analizando por categorías *conocer* presentó el mayor volumen, seguida de *conservar* y *utilizar*. Los grupos más estudiados fueron la fauna (51,40%), seguido por plantas (32,40%), microorganismos 12,17% y finalmente hongos con sólo 3,62%.

A partir del análisis de la concurrencia de palabras clave, en Colombia se destacan las siguientes tópicos: sistemas silvopastoriles, restauración, interacciones simbióticas, especiación, dispersión de especies, cambio climático, especies invasoras, especies migratorias, especies endémicas, agroecosistemas, resiliencia, conectividad, periodos geológicos, ecosistemas marinos, biorremediación, mitigación, ecosistemas urbanos, innovación social asociada a los usos de la biodiversidad, fragmentación de hábitat, conversión de ecosistemas y su relación con las especies; reintroducción de especies, ecosistemas urbanos, sistemas socio ecológicos y contaminación por metales pesados y sus efectos en la biodiversidad.

Cuando se analiza cuáles son los temas menos citados bajo las tres categorías del CBD bajo la categoría *conocer* la caracterización de genes, de ecosistemas y de especies, la información taxonómica, sistemática, filogenética o filo geográfica de los grupos menos estudiados en general (microorganismos y hongos); el monitoreo de especies de las categorías de las listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN); los servicios de la biodiversidad a los agroecosistemas y finalmente la recuperación y protección del conocimiento tradicional en cuanto al uso y al manejo de la biodiversidad son los tópicos menos nombrados. Mientras en la categoría *conservar* las publicaciones más escasas se refieren a investigaciones que desarrollen o innovan en procesos asociados a la biorremediación, a la restauración de ecosistemas, al manejo y monitoreo de especies invasoras, a la contaminación por metales pesados y fragmentación de hábitat, a la conservación de ecosistemas y especies que se encuentran en la lista roja de la UICN y a la innovación social sobre la conservación y el uso de la biodiversidad.

Finalmente, en la categoría *utilizar* las investigaciones menos recurrentes son las orientadas al manejo sostenible de ecosistemas y especies; la valoración de servicios de los ecosistemas, investigaciones asociadas a los sistemas silvopastoriles, la medicina tradicional, la zoocría, la piscicultura, el cultivo y manejo de frutas y las plantas comestibles; investigaciones relacionadas con los bancos genéticos y sobre las especies promisorias y los productos farmacéuticos.

9. Anexos

Anexo 1. Número de especies y registros biológicos registrados a través del SiB Colombia.

Grupo Biológico			Especies	Registros biológicos
Animales			18.968	4.981.484
	Vertebrados		7.610	4.498.367
		Mamíferos	528	88.470
		Aves	1.909	4.025.241
		Reptiles	632	41.652
		Anfibios	686	93.260
		Peces	3.834	249.186
		Otros	21	558
	Invertebrados		10.999	483.117
		Insectos	6.457	398.273
		Arácnidos	509	14.182
		Moluscos	1.920	28.874
		Crustáceos	1.020	7.476
		Equinodermos	325	7.110
		Esponjas	406	1.885
		Corales	166	21.338
		Otros	196	3.979
Plantas			30.033	1.729.563
	Angiospermas		25.648	1.532.776
	Gimnospermas		89	2.654
	Antocerotas		9	177
	Helechos y afines		1.842	94.964
	Musgos		1.221	55.491
	Hepáticas		818	32.014
Hongos			3.516	44.313
	Ascomycota		1.363	19.246
	Líquenes		1.758	22.375

	Basidiomycota	382	2.604
	Chytridiomycota	0	0
	Glomeromycota	7	30
	Zygomycota	6	58
Microorganismos		547	52.504
	Bacteria	79	5.120
	Arqueas	0	8

Anexo 2. Registros y estado de amenaza de las especies en jurisdicción de las autoridades ambientales regionales y urbanas.

Autoridad Ambiental	No. Registros	No. Especies	Especies amenazadas	Especies (CR)	Especies (EN)	Especies (VU)
CAM	83.207	4.343	73	3	25	45
CAR	332.345	8.331	149	20	49	80
CARDER	299.549	5.490	98	9	29	60
CARDIQUE	51.607	2.442	52	6	13	33
CARSUCRE	21.704	1.710	30	4	9	17
CAS	135.525	6.410	134	14	43	77
CDA	162.350	6.508	38	3	4	31
CDMB	51.917	4.393	75	9	35	31
CODECHOCÓ	177.357	8.763	180	22	43	115
CORALINA	46.491	1.757	47	7	12	28
CORANTIOQUIA	324.160	9.349	191	24	61	106
CORMACARENA	257.636	15.375	237	32	81	124
CORNARE	193.570	6.872	141	14	51	76
CORPAMAG	355.379	5.267	112	12	35	65
CORPOAMAZONIA	343.327	12.786	120	11	31	78
CORPOBOYACÁ	141.505	5.261	121	14	47	60
CORPOCALDAS	447.734	6.444	123	7	41	75
CORPOCESAR	48.956	2.397	57	7	20	30
CORPOCHIVOR	41.234	2.519	28	1	8	19
CORPOGUAJIRA	132.692	2.501	45	5	13	27
CORPOGUAVIO	80.003	3.533	55	4	19	32
CORPOMOJANA	11.241	734	24	4	4	16
CORPONARIÑO	474.424	7.199	106	10	42	54
CORPONOR	34.363	3.917	86	12	32	42
CORPORINOQUIA	277.139	8.669	112	11	32	69
CORPOURABÁ	123.348	6.877	137	16	40	81
CORTOLIMA	319.587	5.689	104	13	24	67
CRA	21.381	1.287	22	2	4	16
CRC	103.740	5.966	100	7	29	64
CRQ	131.075	3.544	72	6	23	43
CSB	13.717	2.293	53	4	16	33

CVC	650.925	10.047	178	15	61	102
CVS	62.072	2.743	77	8	18	51
AMVA	120.964	4.596	63	14	17	32
DADMA	3.754	758	14	2	4	8
DAGMA	30.365	986	14	1	4	9
DAMAB	2.651	402	10	4	2	4
EPA	10.570	695	18	1	4	13
SDA	73.881	2.485	56	6	20	30

Capítulo 3: Contribuciones de la naturaleza para la gente

Coordinadores

Víctor González, Andrés Vargas.

Autores:

Miguel Bedoya, Víctor Cerón, Alejandro González, Mónica Puyana, Alexander Rincón, Diana Ruíz, Jenny Trilleras.

Resumen ejecutivo

El objetivo de este capítulo es identificar las contribuciones de naturaleza (Nature Contributions to People -NCP) que influyen sobre la calidad de vida de la población colombiana. De acuerdo con el marco conceptual propuesto por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), se identifican contribuciones de tipo material (ej. alimentos), no material (ej. aprendizaje e inspiración), y de regulación (ej. polinización). Contribuciones que no siempre suman como un todo, sino que muchas veces "restan", dada la existencia de trade offs entre servicios ecosistémicos que en muchos casos tienen como causa asimetrías de poder en el acceso y la toma de decisiones (Rincón et al 2019a, 2019b)

La identificación de dichas contribuciones, así como de la diversidad de valores o atributos que los individuos y comunidades les otorgan, aportan elementos claves para la toma de decisiones, toda vez que hacen visibles y explícitos los conflictos que tienen lugar a nivel del sistema socio-ecológico (SSE) y así mismo, favorecen el reconocimiento de la importancia de los ecosistemas. De este modo, las contribuciones identificadas y su valoración desde enfoques biofísicos, económicos y socioculturales están asociadas a las diferentes formas como se definen las relaciones sociedad-naturaleza y de cómo se establecen los procesos de uso y apropiación del territorio de las comunidades locales en función de su biodiversidad.

Este capítulo se basa en el marco conceptual propuesto por IPBES, el cual se articula alrededor de tres elementos que caracterizan la interacción entre la sociedad humana y el mundo no humano (Diaz y col., 2015). Ellos son: i) naturaleza, ii) los beneficios de la naturaleza para la gente, y iii) buena calidad de vida. La naturaleza hace referencia, desde el punto de vista científico, a la biodiversidad y los ecosistemas, mientras que desde el punto de vista de otros sistemas de conocimiento la idea de naturaleza pretende incluir conceptos holísticos como

"madre tierra", entre otros. Los beneficios de la naturaleza para la gente hacen referencia tanto a los bienes y servicios de los ecosistemas como a los regalos que recibimos de la "madre tierra". Por último, la noción de "buena calidad de vida" se entiende de manera amplia como el logro de una vida plena, donde se reconoce que la forma concreta como la gente lo entiende es contingente en las condiciones socioeconómicas como en los contextos culturales, de tal manera que no hay una única forma como las sociedades y los individuos conciben su relación con la naturaleza (Diaz y col., 2015).

3.1 Introducción

En este capítulo se evalúa de forma integral los usos y atributos de la biodiversidad del territorio colombiano que están determinando la calidad de vida de la gente, reconociendo a su vez la heterogeneidad de su población, teniendo como base la propuesta de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (en adelante, IPBES) (Pascual y col, 2017) (Figura 1). Este capítulo parte de los aportes del capítulo dos, que aborda el estado de la biodiversidad*,* para analizar su aplicación, gestión, conservación y protección, tanto de las comunidades como de los seres vivos que la componen y da paso al capítulo 4 que aborda los impulsores de cambio. De igual manera, el análisis cienciométrico de los aportes en el país de orden nacional, académico y comunitario (estudios de caso), serán insumos clave en la construcción del estado del arte de las contribuciones de la naturaleza para la gente en Colombia, permitiendo proyectar un modelo aplicable para el desarrollo de una correcta política pública.

Figura 1. Aproximación IPBES para conducir los estudios de evaluación de la biodiversidad con base en las contribuciones de la naturaleza para la gente en Colombia (Pascual y col, 2017).

3.1.1 Contribuciones de la diversidad natural para la gente y sus conexiones con la calidad de vida

Durante las últimas décadas las discusiones sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos han estado en la primera línea de la agenda mundial ambiental (WWF, 2018). Tres de las iniciativas globales más grandes así lo demuestran. Por un lado, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) puso sobre la mesa la importancia de estos temas frente a las graves consecuencias para la humanidad del continuo deterioro de los ecosistemas y aportó las bases conceptuales y metodológicas para el estudio de los servicios ecosistémicos (MEA, 2005). Por otro lado, la iniciativa “Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad” (TEEB, por sus siglas en inglés) expuso el tema de la valoración de los servicios ecosistémicos como un aspecto relevante para una mejor toma de decisiones (Rincón y col, 2013). Finalmente, con la creación de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por sus siglas en inglés), se ha ido articulando la información sobre los servicios ecosistémicos en los procesos de toma de decisiones (Figura 2) (Díaz y col, 2015; Rice y col, 2018).



Figura 2. Pluralidad de valores e intereses que modulan los procesos de gobernanza y toma de decisiones (Rice y col, 2018).

En este proceso de evolución el concepto de Servicios Ecosistémicos se considera un instrumento idóneo para unir ciencia y toma de decisiones, unir múltiples disciplinas y actores (nace como un concepto interdisciplinario y transdisciplinario), se consolida bajo una nueva idea y concepto más integral en IPBES que favorece la inclusión del conocimiento local e indígena (Díaz y col, 2015; Pascual y col, 2017). Es así como el concepto de servicios ecosistémicos adapta el nombre de “beneficios de la naturaleza para las personas”, abarcando una idea más holística en los Nature's Contributions to People (NCP). Este nuevo concepto equivaldría a la idea de “servicios ecosistémicos” desde una mirada más técnica, y la de “regalos de la naturaleza” desde una visión de la comunidades locales (Díaz y col, 2015; 2018). En este capítulo, el concepto de servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza para la gente serán tomados en cuenta de manera indistinta, dado que el concepto de contribuciones de la naturaleza es reciente y la información disponible en el país está presentada como servicios ecosistémicos. Este abordaje a su vez corresponde con una idea incluyente de la valoración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Rincón-Ruiz et al 2014). Esto hace referencia a una valoración plural como lo exponen los avances del grupo de valoración de IPBES (Tabla 1) (Pascual y col, 2017), los avances recientes en valoración de biodiversidad

y servicios ecosistémicos del Ecosystem Services Partnership – ESP (Jacobs y col, 2016), y que para el caso de America Latina comienza a tener avances signiticativos (Rincón y colaboradores 2019b), con un enfoque de inclusión y justicia ambiental relevante para el contexto colombianouno de los países con mayores niveles de desigualdad y con crecientes conflictos ambientales en su territorio (Rincòn y col 2019a).

Asimismo, es necesario conocer y determinar el papel de la gobernanza en la sostenibilidad, eficiencia y equidad del suministro del servicio ecosistémico o NCP, debido a que existen pocos estudios de la efectividad de las políticas frente a otras intervenciones (Bennet y col, 2015). Igualmente definir y explorar la solución de compromiso (Trade-off) de los beneficiarios y/o afectados por la prestación de los servicios ecosistémicos o NCPs, esto con el fin de analizar los impactos sobre los ecosistemas y por ende de la calidad de vida, asumiendo la interdependencia entre la biodiversidad y los seres humanos (Guerry y col, 2015).

Uno de los mayores retos en el país, es la construcción colectiva del territorio que garantice el mantenimiento y suministro de las NCP´s, al tiempo que se fortalecen los procesos de inclusión social, cultural, política, ambiental y económica, es decir reconociendo los principios de resiliencia del SSE y la biodiversidad como valor público (Marchetti y col, 2014).

Los retos de país se armonizan con los objetivos y el marco conceptual de IPBES: “conservación y uso sostenible de la biodiversidad, bienestar humano a largo plazo y desarrollo sostenible " (Díaz y col, 2015). Al igual que IPBES en dar relevancia al papel de las instituciones en la inclusión explícita de los sistemas de conocimiento múltiple. Los elementos principales, sus interrelaciones y los diferentes sistemas de conocimiento son todos representados en el marco conceptual de IPBES, entendiendo que las representaciones de las relaciones humano-naturaleza (Chan y col., 2016) puede variar a través de las culturas y los sistemas de conocimiento en relación con cosmovisiones específicas, entre los sistemas de conocimiento científico e indígena (Díaz y col, 2015).

Tabla 1. Valores diversos relacionados a la naturaleza, las contribuciones de la naturaleza para la gente (NCP) y buena calidad de vida (Pascual y col, 2017).

FOCO DE VALOR	TIPOS DE VALOR		EJEMPLOS
NATURALEZA	No antropocentrico (Intrínseco)		Bienestar animal *Gaia*, madre tierra Procesos ecológicos y evolutivos Diversidad genética, diversidad de especies
CONTRIBUCIONES DE LA		Instrumental	Origen del habitat y conservación, polinización y dispersión de

Este capítulo considera el contexto base de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) con relación a la valoración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, y así mismo, busca involucrar el concepto de los NCP´s frente al análisis y propuestas de mensajes clave para la toma de decisiones. Este marco de política tiene como propósito "garantizar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de ésta para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana (PNGIBSE 2012) y el principal objetivo "promover la gestión integral para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socioecológicos, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada entre estado, sector productivo y sociedad civil (PNGIBSE 2012).

3.2 Contribuciones de la naturaleza para la gente: estado y tendencias

3.2.1 Creación y mantenimiento de hábitats

Generación de condiciones ecológicas para la subsistencia de especies importantes para los seres humanos o de soporte de funciones ecológicas que sustentan otros NCPs, ya sea por la formación y producción continua de los ecosistemas o de ciertos organismos o comunidades dentro de ellos, generando condiciones ecológicas favorables para otros organismos.

Esta contribución de la naturaleza se refiere a sitios de anidación, alimentación, apareamiento, abrigo, descanso; que propicien el mantenimiento de la biodiversidad; Para las ciudades pueden ser espacios verdes o zonas de límite de la expansión urbana y zonas de borde; corredores para el mantenimiento e intercambio de biodiversidad; incluyendo paisajes agrícolas o de protección y conservación; y sitios que propicien la recuperación natural de los ecosistemas.

Para Colombia está contribución está siendo alterada por múltiples factores como la deforestación, la construcción de infraestructura, y en particular la degradación del suelo que afecta buena parte de los ecosistemas de nuestro país. Según el Estudio Nacional de Degradación de Suelos por Erosión realizado por el Ideam y la UDCCA (2015) el 40% del país presenta algún grado de erosión, lo que sin duda afecta la capacidad de los ecosistemas para servir de sustento a las diferentes especies de flora y fauna y el desarrollo de todas sus funciones ecológicas.

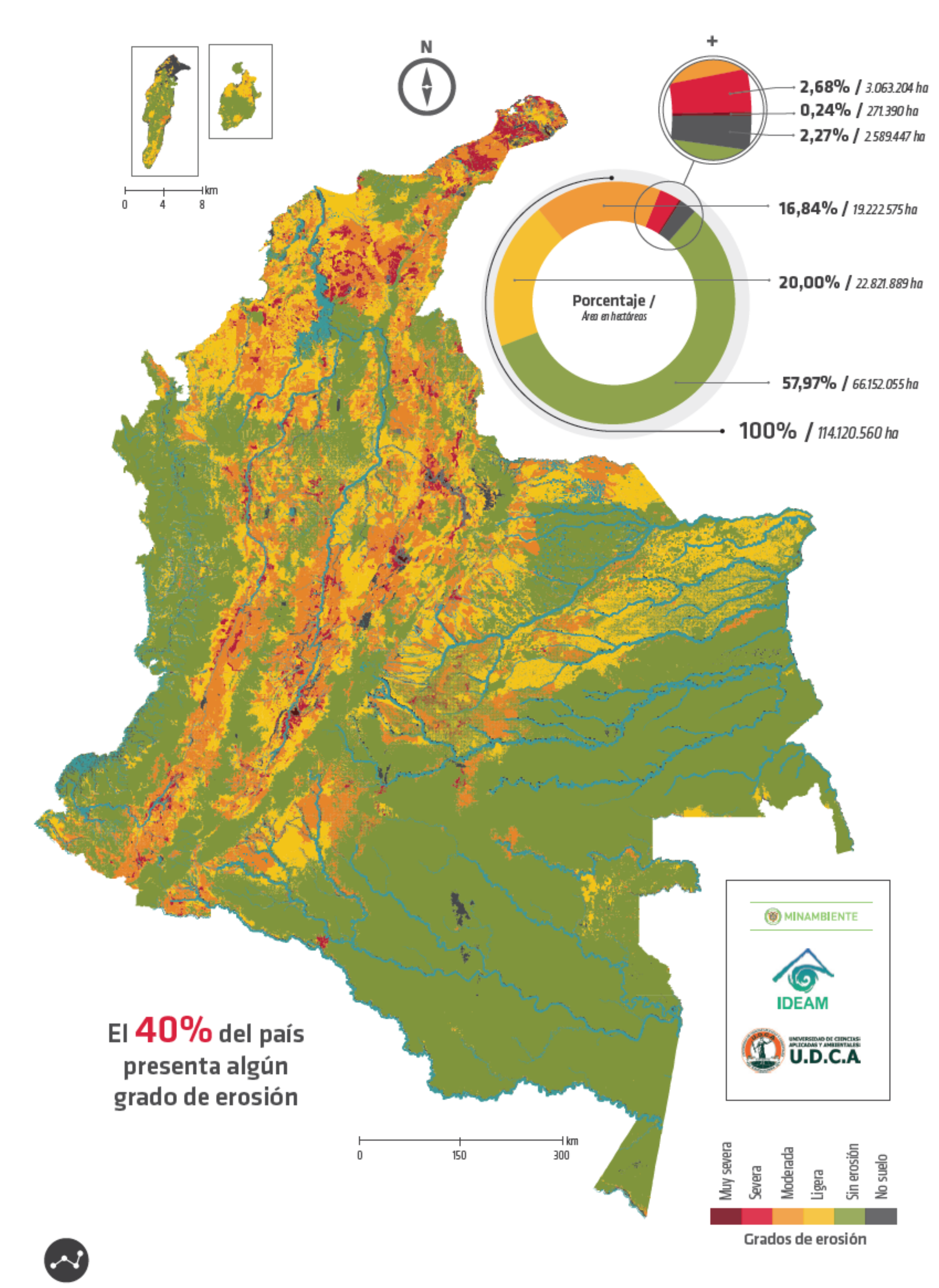


Figura 6. ~ Zonificación de la degradación de suelos por erosión en Colombia. *Fuente: Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental - IDEAM, Grupos de Suelos y Tierras, 2015. Cartografía Básica - IGAC, 2012.*

3.2.2 Polinización y dispersión de semillas

El polen es el gameto masculino de las plantas y su transferencia entre flores se conoce como polinización. Por lo tanto, el fenómeno de la polinización contribuye a la reproducción de las

plantas y al mantenimiento de bosques y cultivos. Aunque los agentes polinizadores pueden ser el viento y el agua, la gran mayoría de plantas con flores son polinizadas por varios grupos de animales que incluyen aves, murciélagos, mamíferos e insectos. De las aproximadamente 300,000 especies con flores que existen el mundo, el 90% de ellas dependen de la polinización por animales. Este servicio es proporcionado por cerca de 200,000 especies de animales, de las cuales 199,000 son insectos principalmente las abejas, mariposas, moscas y cucarrones. En Colombia, la mayoría de estudios sobre polinización y polinizadores han sido enfocados en entender la diversidad y riqueza de los insectos. Muy pocos estudios han evaluado las interacciones entre planta y polinizador o el servicio de la polinización. Sin embargo, cuando estos existen, generalmente son limitados a evaluaciones cualitativas y a ecosistemas transformados en la región Andina. En Colombia, varias plantas de interés comercial dependen directa o indirectamente de la polinización por insectos, las cuales incluyen ahuyama (*Cucurbita moschata* Duchesne), guayaba (*Psidium guajava* L., granadilla y otras pasifloras (*Passiflora edulis* Sims, *P. ligularis* Juss.), y café (*Coffea arabica* L.).

3.2.3 Regulación de la calidad de aire

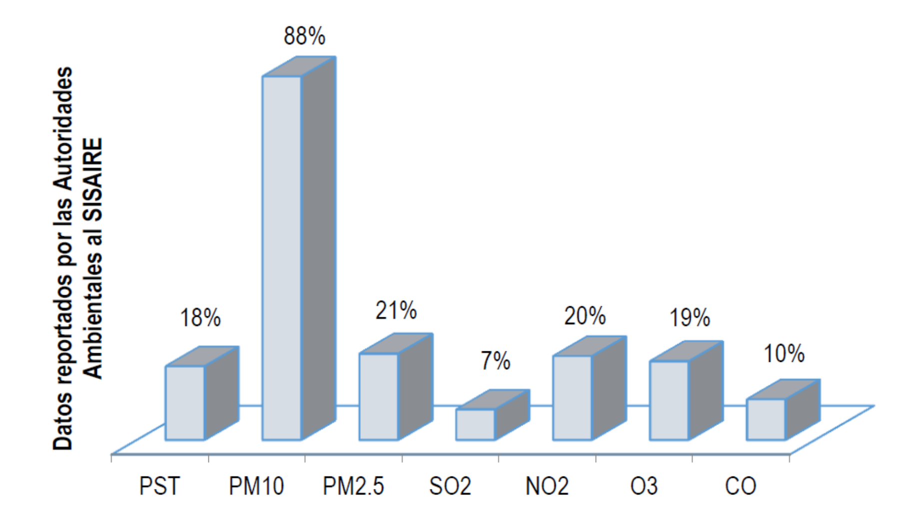
Capacidad de los ecosistemas de realizar la filtración, fijación, degradación y almacenamiento de contaminantes atmosféricos, propiciando un mejoramiento de la calidad del aire o por lo menos la mitigación y/o disminución de la cantidad de contaminantes presentes en el aire, favoreciendo la existencia de un balance de CO2/O2 y de otros compuestos que en exceso son contaminantes.

Esta contribución de la naturaleza permite que varias procesos que se den simultáneamente; por un lado se da la regulación, mejoramiento y mantenimiento de la relación CO2/O2; y por otro lado facilita que los contaminantes se eliminen mediante la interceptación o la deposición en la vegetación.

A nivel mundial, se reconoce que la producción de contaminantes del aire en una región (por ejemplo, a partir de actividades industriales o quema de bosque / biomasa) puede circular a otras regiones, lo que contribuye a los efectos negativos para la salud humana y al daño de los cultivos (Akimoto, 2003; Hollaway et al., 2012) no solo en el punto de generación sino en muchos otros lugares. En un contexto urbano se reconoce cada vez más que las zonas verdes, los bosques urbanos y los árboles de las calles pueden contribuir a mejorar la calidad del aire con reducciones asociadas en los riesgos para la salud.

Al analizar los Informes del Estado de la Calidad del aire en Colombia realizados por el Ideam (2007-2010, 2001-2015, 2017) es evidente que las grandes ciudades en Colombia han desbordado la capacidad para que sus ecosistemas regulen su calidad del aire, por esto se evidencian constantemente episodios críticos en muchas de ellas, a pesar que algunas adolecen de buenos sistemas de monitoreo, lo que impide conocer con certeza su estado actual y la incidencia en la salud de las poblaciones.

En la siguiente gráfica podemos ver la participación porcentual de los contaminantes medidos por las autoridades ambientales en Colombia a diciembre de 2015:



Fuente: IDEAM, Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE, 2016.

Según el Ideam (2016) El material particulado de tamaño menor a 10 µm, PM10, fue el contaminante criterio más monitoreado por los SVCA de Colombia entre 2011 y 2015; su importancia radica en que, debido a su tamaño, tiene el potencial de afectar negativamente la salud de la población pudiendo penetrar por las vías respiratorias. Es evidente que la gran mayoría de los problemas de calidad del aire en Colombia están asociados a las grandes centros urbanos, en buena medida por la generación de contaminantes de las fuentes móviles y a centros o polos de desarrollo industrial, por lo cual habría que tener unas estrategias específicas para estos lugares como son los Planes de Gestión de la Calidad del Aire y unas regulaciones que permitan atender las particularidades de cada territorio.

3.2.4 Regulación del clima

Capacidad que tienen los ecosistemas para regular el clima tanto a escalas microclimáticas como a escalas regionales, mediante la prevención de emisiones y captación de gases de efecto invernadero. Este NCP se relaciona con el almacenamiento y secuestro de carbono, para

Colombia específicamente se hace seguimiento a los 6 GEI generados por actividades humanas: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Hexafluoruro de azufre (SF_6), Perfluorocarbonos (PFC).

En Colombia se evita la emisión de millones de toneladas de C gracias al carbono almacenado principalmente en los departamentos amazónicos, sin embargo la deforestación amenaza esta contribución de la naturaleza. Es necesario facilitar manejos adecuados que contribuyan a la regulación climática dentro de un contexto socio-ecológico debido a que el principal almacén de carbono se encuentra en zonas de resguardos, parques nacionales y comunidades afrodescendientes.

Colombia ocupa el quinto puesto como país emisor en Latinoamérica y el Caribe, y son sus bosques naturales y los cultivos permanentes los que contribuyen a absorber los GEI provenientes principalmente del sector forestal y agropecuario, es urgente tomar decisiones que lleven a la implementación de acciones de mitigación para conservar los ecosistemas naturales que absorben GEI.

La capacidad que tienen los ecosistemas para almacenar y secuestrar carbono contribuye a la regulación climática. El mantenimiento del carbono almacenado en los bosques es una de las maneras de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a que las emisiones mundiales de CO_2 provenientes de la deforestación contribuyen con un 20% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2007). La mayoría del carbono almacenado en los Bosques Naturales en Colombia está localizado en las regiones Amazónica y Andina, mientras que la región del Pacífico presenta las áreas boscosas con uno de los promedios más altos de Carbono a pesar de que es la región con la menor extensión total (7 millones de ha) (Figura) (Galindo et al 2014[J1]). En términos generales, para la región de la Amazonia está asociado al Bosque húmedo Tropical y Bosque muy húmedo Tropical, en la región del Pacifico los mayores contenidos se localizan en el norte de esta región y para la región de los Andes, las áreas con mayores contenidos de Carbono se localizan en el piedemonte amazónico de la Cordillera Oriental y el piedemonte Pacifico de la Cordillera Occidental. Los menores contenidos de Carbono se encuentran en el Bosque seco Pre-Montano con cerca de 300.000 tn. A nivel departamental, cuatro departamentos almacenan cerca del 53% del carbono total de los bosques del país: Amazonas (20,8% del total), Caquetá (12,14 %), Guainía (10,27%) y Vaupés (9,91%). De igual manera, las áreas con valores altos de carbono aéreo están concentradas principalmente en la jurisdicción de Resguardos Indígenas (64.16%), Áreas protegidas del

Sistema de Parques Nacionales Naturales (18.6%), y en la jurisdicción de los Consejos Comunitarios de Comunidades Afro-descendientes (4.83%). Este resultado puede servir de guía sobre las medidas de conservación o sobre las restricciones en el uso del suelo que permiten la permanencia de bosques con altos contenidos de carbono. En el sistema de parques nacionales naturales a pesar de ser áreas protegidas, se cuenta con elevada deforestación y poca regeneración, por lo que es necesario atención urgente dada la importancia de estas áreas para los ecosistemas colombianos (Atlas de Carbono 2018).

Las principales emisiones del país corresponden a CO_2 (74% de las emisiones totales) provenientes principalmente del sector forestal (ej. conversión de bosques naturales a pastizales), mientas que el CH_4 (17% de las emisiones totales) es generado principalmente por el sector agropecuario, mientras que el 100% de las absorciones de CO_2 provienen del sector forestal (bosques naturales) y agropecuario (cultivos permanentes como el café). Los departamentos de Caquetá, Meta, Antioquia, Valle del Cauca son los departamentos con más emisiones netas (> 12 Mton CO_2 eq) producidas por el sector forestal (deforestación), mientras que los departamentos de Huila, Vichada y Risaralda presentan emisiones netas negativas lo que quiere decir que son departamentos que absorben debido principalmente a la presencia de cultivos permanentes leñosos (ej. Vichada reporta una alta tasa de regeneración de bosque natural) (Pulido et al 2016[J2]). Es importante conservar los ecosistemas colombianos y lograr manejos sostenibles del sector agropecuario, dado que Colombia ocupa el quinto puesto como país emisor de GEI entre 32 países de Latinoamérica y el Caribe.

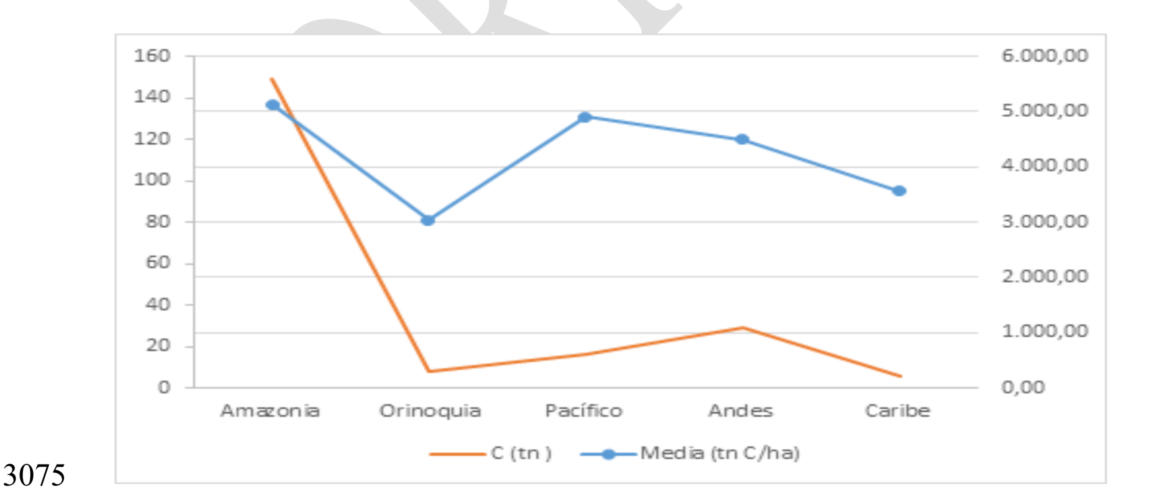


Figura: Reservas de carbono almacenadas en bosques naturales de Colombia por región natural. Fuente: Galindo et al 2011.

3.2.5 Regulación de la acidificación del océano

En el marco de la Tercera Comunicación de Colombia al IPCC y el Análisis de Vulnerabilidad marino-costero e insular ante el cambio climático para el país del INVEMAR, se proyecta para el 2100 una disminución en el pH de 0,102 (RCP4,5) y de 0,159 (RCP6,0), lo que disminuirá la disposición de aragonita, haciendo más difícil los procesos de calcificación. Dentro de los organismos que necesitan de este material, se tienen a los arrecifes de coral, de importancia indiscutible para la biodiversidad marina, como también las praderas de pastos marinos, especialmente por sus epífitos calcáreos. La acidificación marina podría conducir a cambios en la composición de especies y dominancia de organismos. Se desconoce hasta qué punto cambios en la biodiversidad marina podrían afectar la productividad marina, la transferencia de energía a través de la red trófica o los ciclos biogeoquímicos. Tampoco se conoce mucho acerca de la variabilidad intraespecífica y por lo tanto la capacidad de adaptación en respuesta a la acidificación (Franco-Herrera y Tigreros-Benavides, 2012).

3.2.6 Regulación de la cantidad, localización y temporalidad del agua fresca

La regulación de la cantidad de agua va ligada directamente con la “producción” de la misma y la necesidad de abastecimiento de toda la población, desde pequeños municipios hasta las grandes ciudades. Colombia en un país excepcionalmente rico en sus fuentes hídricas, pero progresivamente ha ido asistiendo al deterioro de sus fuentes. Cada vez se presenta con mayor recurrencia la escasez y hasta el desabastecimiento parcial o total a lo largo de todo el territorio nacional, debido principalmente a los cambios y afectaciones en los usos del suelo y en las coberturas vegetales que albergan las zonas de recarga de los acuíferos superficiales y subterráneos. Asimismo, influyen la afectación constante de algunos ecosistemas críticos, como los páramos, los cuales facilitan la continuidad del ciclo hídrico y la posibilidad de abastecer buena parte de la población colombiana.

La Oferta Hídrica Total Superficial (OHTS), para año medio en Colombia es de 2.023 km^3/año y proviene de las 5 áreas hidrográficas o macro cuencas. La distribución de la OHTS no es homogénea, se concentra en las áreas hidrográficas Orinoco y Amazonas (66,5%), mientras que existen zonas con condiciones de moderadas a altamente deficitarias de agua como el área hidrográfica de Caribe (ENA, 2018). De acuerdo con el índice de Aridez (IA), la disponibilidad hídrica del país asociado al balance de la precipitación y evapotranspiración disminuye en la subzona hidrográfica Caribe, los mayores déficits se encuentran en zonas aledañas a las ciudades de Cartagena, Barranquilla, Riohacha y La Guajira (9%). Respecto a la variación

espaciotemporal de la OHTS, se evidencia disminución de la oferta hídrica en área de la Amazonía (-2,3%, comparado con el reporte del ENA 2014).

Los complejos de páramo benefician directamente a las poblaciones de 16 ciudades del país, alrededor de 16,8 millones de habitantes que representan el 35% de la población nacional (Moreno 2016). Así mismo, las áreas de humedales, que ocupan una extensión superior al 26 % del territorio nacional son también fundamentales para el abastecimiento de agua (Jaramillo 2016).

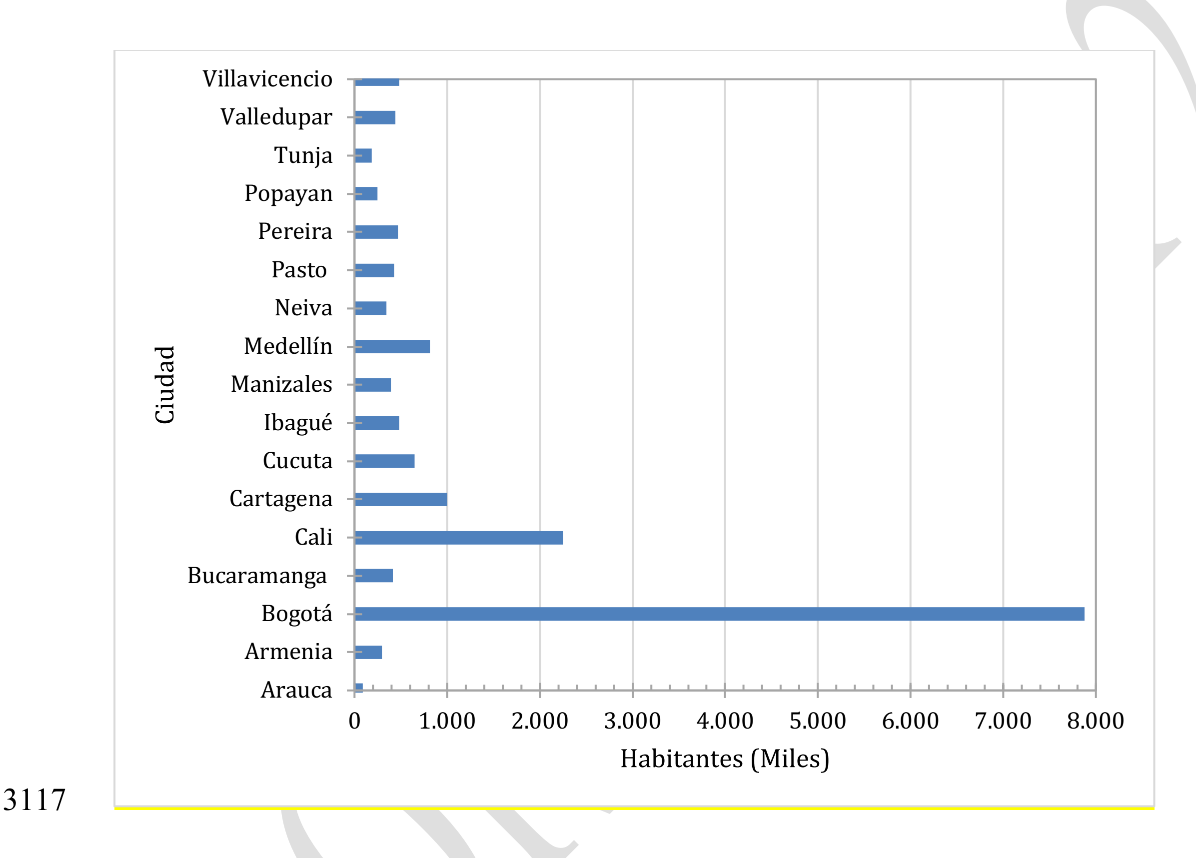


Figura 3. Población beneficiada por el agua proveniente de complejos de Páramos (Sarmiento, C.E, Zapata, J y Nieto, M. 2016).

Los acuíferos también son una importante fuente de abastecimiento para las comunidades locales, especialmente en las zonas donde la oferta hídrica superficial es limitada. El país cuenta con zonas de recarga de acuíferos distribuidos entre las áreas hidrográficas Magdalena-Cauca (54,27%) y Caribe (31,84%), agrupados en los sectores del piedemonte de la cordillera Oriental (Yopal y Villavicencio), piedemonte y valles aluviales de la cordillera Occidental en la cuenca Cauca–Patía, los abanicos en la cordillera Central hacia el área de Ibagué, las terrazas aluviales de la cuenca Vaupés–Amazonas y las dunas en La Guajira.

En términos de regulación hídrica se encuentra que la capacidad de mantener los flujos de caudales es muy alta en la parte baja de los ríos Cauca y Magdalena con el complejo de ciénagas, igualmente este índice es de categoría alta en las áreas hidrográficas Pacífico y Amazonas. Contrariamente, existen problemas de regulación hídrica en las subzonas Orinoco (Meta y Casanare), Magdalena-Cauca (Río Seco y otros Directos al Magdalena), Caribe (Alta Guajira, Río Carraipia- Paraguachon, Directos al Golfo Maracaibo).

Esta situación es de especial interés para los procesos de gestión debido a que el área hidrográfica de Magdalena-Cauca concentra la mayor demanda hídrica con el 69,7% del volumen total de agua requerido por el país, de los cuales 42,5% tiene fines agrícolas, adicionalmente el índice de uso de agua IUA, denota que el 83% de las subzonas hidrográficas con condición crítica son parte de la cuenca Magdalena-Cauca, en las regiones donde se concentra más del 90% del Producto Interno Bruto nacional –PIB (Restrepo, 2017,(IDEAM 2018).

3.2.7 Regulación de la calidad del agua fresca y costera

Se refiere a la purificación del agua que ocurre en los ecosistemas a partir de la combinación de factores físicos, químicos y biológicos que permiten la fijación de nutrientes y la dilución de contaminantes, garantizando la disponibilidad del recurso hídrico para diferentes usos.

De acuerdo con los diferentes usos establecidos en la normatividad colombiana, el agua disponible en el país se distribuye principalmente para los sectores agrícola (16,067 Mm3/año) y energético (9,07 Mm3/año), para el consumo doméstico corresponde a 2,74 Mm3/año, de los cuales la mayor carga contaminante se concentra en el sector doméstico (2,8 millones ton/año), industrial (2,6 millones ton/año) y agrícola con el cultivo de café (174,660 ton/año) (IDEAM 2018).

Esta situación limita el acceso al agua para las diferentes poblaciones, si bien se cuenta con el recurso en cantidad no se tienen las condiciones de calidad necesarias para ser utilizada ni aprovechada, adicionalmente la brecha de cobertura de acueductos de cabecera, centros poblados y rural disperso para el periodo 2008-2016 supera el 40% especialmente en las región Caribe (República 2018).

La disminución de la oferta de agua de buena calidad es evidente en el área hidrográfica Magdalena-Cauca con un índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) que

agrupa más del 70% del total de subzonas hidrográficas con categoría muy alto, seguido de Caribe (18,5%) y Pacifico (3,7%) (Figura). De igual manera, la presión hídrica en estos ecosistemas por actividades productivas es crítica causando que departamentos como Guajira, Magdalena, Cesar y Tolima presentan alta susceptibilidad al desabastecimiento de agua.

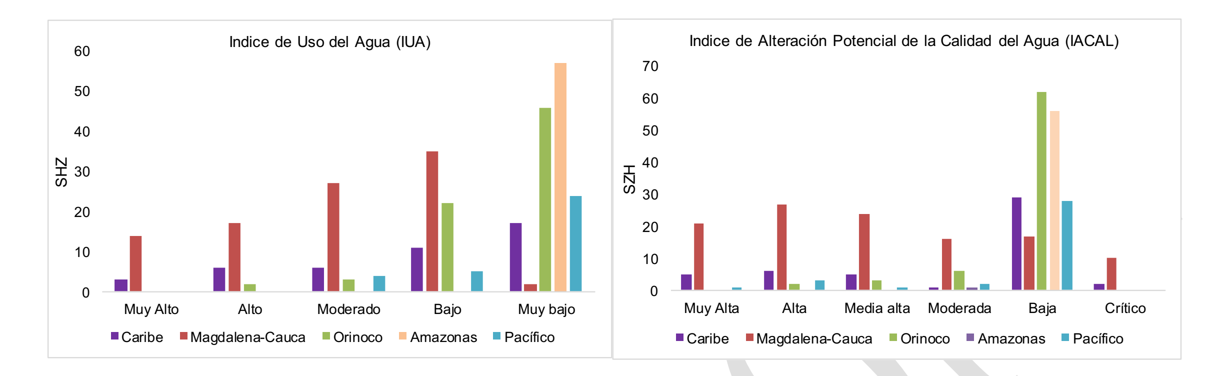


Figura. Índices asociados a la calidad y uso del agua en Colombia

Consecuentemente a nivel municipal se dispone de agua con condiciones que afectan la salud humana, según lo indica el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), el 26,1% presenta riesgo medio, el 25,6% riesgo alto y el 1,9% es inviable sanitariamente (Rojas, Robayo et al. 2017, Social 2018).

En relación a otros usos se destaca que cerca del 60% de nuestra electricidad proviene de fuentes hídricas reguladas por los bosques. Adicionalmente, los beneficios que prestan las cuencas en términos de calidad del agua, le representan al sector energético un ahorro aproximado a 0,059 billones de COP/año (Rojas, C, Lara, D, Ramírez, J y Longo, M. 2016). Por ello, la provisión de agua de óptima calidad, por ejemplo, aquella generada en las áreas de parques nacionales, asegura hasta el 50% la demanda del sector energético.

3.2.8 Formación, protección y descontaminación de suelos y sedimentos

Contribución de la naturaleza para la retención de sedimentos y el control de la erosión, la formación del suelo y mantenimiento de la estructura y los procesos que se llevan a cabo en el suelo tales como la descomposición y el ciclo de nutrientes que se evidencia en la productividad del suelo y el desarrollo del campo. En el contexto colombiano, este NCP se vincula específicamente con el almacén de carbono orgánico en el suelo, la capacidad para controlar la erosión y la sedimentación.

Los suelos en Colombia están poco evolucionados, no se sabe el estado actual del carbono orgánico del suelo y la capacidad de controlar la erosión en el país es limitada, se necesita atención urgente en la gestión sostenible de los suelos, priorizar y orientar inversiones relacionadas con el control de erosión y sedimentación.

En Colombia, los suelos son diversos y frágiles, requieren de atención y gestión sostenible para el desarrollo del campo. El 58.11% de los suelos en Colombia son incipientes y poco evolucionados, el 28.79% son suelos muy evolucionados pero poco fértiles, mientras que los mejores suelos agrícolas equivalen a 7.5% del territorio nacional. Las regiones más afectadas por procesos de degradación (erosión, sellamiento, contaminación, pérdida de materia orgánica, salinización, compactación, acidificación, aridización y desertificación) de los suelos colombianos son la región Caribe, Andina y la Orinoquía. Sin embargo se han iniciado procesos de degradación en el litoral del Pacífico y en la Amazonía, las selvas húmedas tropicales se encuentran afectadas por procesos de deforestación y también por la extracción de minerales y petróleo (IGA[U2] C, 2012; MADS, 2016). [U3]

El carbono orgánico del suelo es una parte crucial del ciclo global del carbono, componente fundamental de la materia orgánica del suelo que la convierte en indicador clave para la productividad agrícola y resiliencia ambiental y es tanto fuente como sumidero de gases de efecto invernadero basados en carbono (CO_2, CH_4[U4]). Las zonas con mayor concentración de carbono orgánico en el suelo es la región andina (región con sobrecarga agropecuaria). En el Caribe se registran valores bajos, en su gran mayoría relacionados con el uso inadecuado de los suelos. En la actualidad Colombia cuenta con el Mapa de Carbono Orgánico que representa el contenido de carbono orgánico a 30 cm de profundidad del suelo, pero no muestra su estado actual (Global Soil Organic Carbon (GSOC) Map, http://54.229.242.119/GSOCmap/).

En el territorio colombiano, es urgente priorizar y orientar inversiones relacionadas con el control de erosión, hasta el momento se trabaja a nivel regional (Caldas, Antioquia y Cundinamarca) debido a limitaciones presupuestales que impiden un escalamiento a nivel nacional. Sin embargo hay que tener en cuenta que el 40% de los suelos del área continental e insular del país están afectadas por algún grado de erosión y el costo económico por la degradación de los suelos por erosión es de cerca del 0.8% del PIB (IDEAM[J5] , 2015).

Los suelos sanos son el mayor almacén de carbono, son fundamentales para un sistema alimentario productivo, mejores medios de vida rurales y un ambiente sano, de ahí la

importancia de la gestión sostenible de los suelos (MADS 2016). Para esto Colombia cuenta con la Política para la gestión sostenible del suelo publicada en el 2016, que busca promover el manejo sostenible del suelo, en un contexto socio-ecológico y con un plan de acción que tiene un horizonte de cumplimiento al año 2036 (20 años), se espera que estas medidas den respuesta a las necesidades culturales, prácticas y costumbres de individuos y comunidades tanto a nivel regional como local.

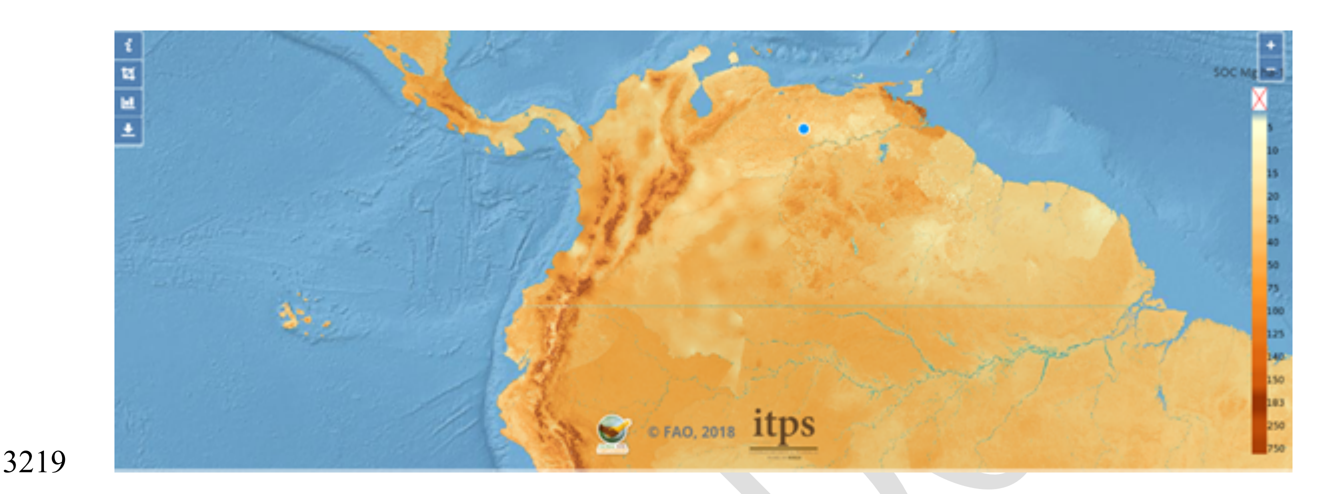


Figura. Mapa de la cantidad de reservas de carbono del suelo en Colombia (FAO) http://54.229.242.119/apps/GSOCmap.html

Los arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos y manglares contribuyen también a la protección costera y la producción de sedimentos (Moberg y Folke, 1999). Por ejemplo, Las extensas barreras coralinas y la vegetación costera del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina han protegido y protegen las islas del archipiélago contra la erosión y el aumento del nivel del mar (CORALINA, 2013). En el litoral pacífico de Colombia el marcado desarrollo de bosques de manglar contribuyen a la protección de la línea de costa (Díaz, 2007, Polanía et al., 2015; López-Angarita et al., 2016).

Los procesos erosivos en la zona costera del Caribe están relacionados con el con el crecimiento de las ciudades costeras y los impactos en la cuenca del río Magdalena respecto a variación del caudal y descarga de sedimentos. Esto ha derivado en la pérdida de terrenos, áreas de bosque de manglar, arrecifes coralinos y pastos marinos a lo largo de la costa Caribe. Por su parte en la costa pacífica los procesos erosivos han estado relacionados con eventos geológicos, el aumento del nivel del mar y las alteraciones antrópicas en el río Patía (resumido en Navarrete-Ramírez, 2014). Las mayor incidencia de la erosión se aprecia en islas de barrera y sistemas deltaicos de la región con 35-40% de la línea de costa afectada (Posada et al., 2009).

En zonas insulares los procesos erosivos dependen de la geomorfología costeras y el nivel de exposición a eventos oceánicos. Así los procesos erosivos en las diferentes islas se encuentran entre el 16-17% % para las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, mientras que para el área insular del Archipiélago de las Islas del Rosario y San Bernardo e isla Fuerte, hasta el 50% de la línea de costa sufre procesos erosivos (Navarrete-Ramírez, 2014). Para las islas Gorgona y Gorgonilla, en el Pacífico colombiano, los procesos erosivos afectan cerca del 14% de la isla Gorgona (Navarrete-Ramírez, 2014).

Los ríos que desembocan en las costas del Caribe y Pacífico de Colombia presentan los mayores aportes de sedimentos a la zona costera de todos los ríos grandes y medianos de Suramérica, entre otras cosas, debido a las altas tasas de conversión de suelo y deforestación. Las tendencias crecientes en la carga de sedimentos coinciden con la disminución general de cobertura de coral vivo en los arrecifes continentales del Caribe. En la costa del Pacífico, el desvío de ríos y afluentes ha causado importantes impactos ambientales, incluyendo erosión, deposición de sedimentos, mortandad de manglares, cambios en los recursos de pesca y transporte, dificultades en la comunicación y cambios en los estilos de vida de las comunidades locales (Restrepo y Alvarado, 2011).

3.2.9 Regulación de amenazas y eventos extremos

Atenuación, por los ecosistemas, de los impactos sobre los humanos o su infraestructura ocasionados por eventos tales como inundaciones, viento, huracanes, intrusión salina, *tidal wave,* olas de calor, tsunamis, ruido. Disminución, por los ecosistemas, de amenazas como los deslizamientos y las avalanchas. Eventos tales como las inundaciones, las marejadas, los huracanes, sequías, olas de calor, deslizamientos y avalanchas, entre otros, producen impactos adversos sobre el funcionamiento normal de comunidades y disminuyen el bienestar humano. La naturaleza contribuye tanto a atenuar el impacto de estos eventos, así como a reducir su posibilidad de ocurrencia. En Colombia, los eventos de mayor ocurrencia y que producen el mayor número de víctimas mortales y personas afectadas son las inundaciones, los deslizamientos y las avenidas torrenciales (Aguilar, Bedoya & Hermelin, 2008). Los picos de eventos reportados coinciden con episodios fríos del fenómeno de la niña[1].

[1] https://online.desinventar.org/

En consonancia con lo anterior, se ha reconocido el papel de los humedales en Colombia para la atenuación de inundaciones, la reducción de la erosión y los deslizamientos. Este beneficio se considera como importante, especialmente en el caso de los ecosistemas de manglar, lagos, humedales riparios, bosques inundables, marismas y pantanos (Ricaurte et al., 2017). De forma similar, las comunidades locales otorgan una alta valoración a los ecosistemas de manglar en la protección contra eventos extremos (Guillén, Sánchez, Gómez, Contreras, & Olivero, 2016), y asocian el deterioro de los humedales con un mayor riesgo de inundación (Nardini & Gomes Miguez, 2016).

Los arrecifes coralinos y ecosistemas adyacentes como pastos marinos y manglares, protegen las costas de la erosión y de eventos climáticos extremos como tormentas, huracanes, tsunamis y el aumento del nivel del mar (Batista-Morales y Díaz, 2010; Prato, 2014; Polanía *et al*., 2015; Osorio *et al.,* 2016).

3.2.10 Regulación de organismos perjudiciales para el ser humano

3.2.11 Energía

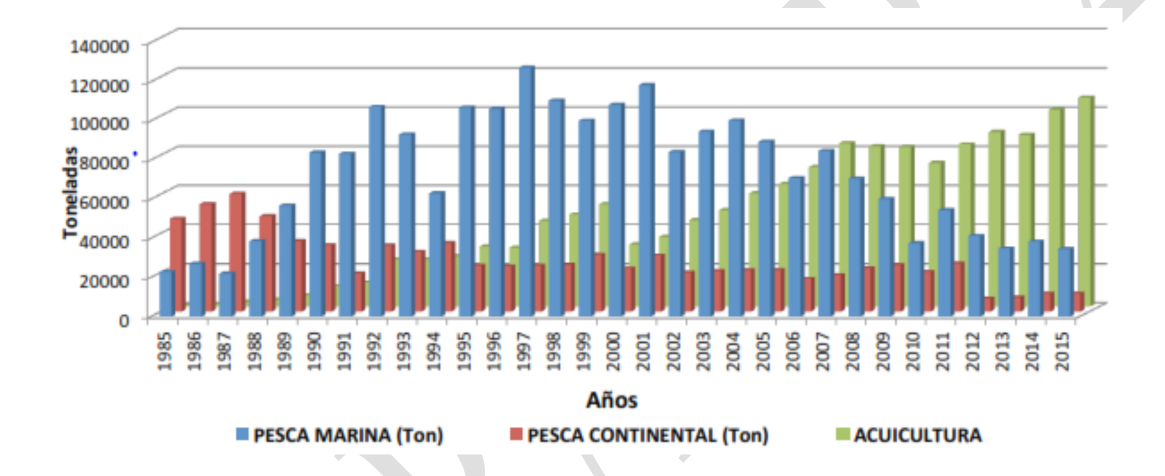
3.2.12 Alimentos

La pesca artesanal es fundamental para la subsistencia de las comunidades que viven en los litorales del país. Sin embargo, la explotación no regulada de los recursos marinos, particularmente peces, han degradado los ecosistemas marinos y generado conflictos con las comunidades locales que usan tales recursos. Se destacan iniciativas como el establecimiento de la Zona Exclusiva de Pesca Artesanal en el norte del Departamento de Chocó, para garantizar la sostenibilidad del recurso pesquero para las futuras generaciones.

El desarrollo de la acuicultura en el país, si bien ha tenido logros importantes, es incipiente en comparación con otros países de la región. A nivel de acuicultura marina, el principal recurso ha sido el camarón, aportando ingresos significativos a las empresas del sector. Existen avances recientes en el cultivo de especies de peces de importancia comercial pero aún no son iniciativas a gran escala principalmente por sus altos costo. Por su parte, en la acuicultura continental existe una industria bien establecida en cultivo de especies como la tilapia y trucha (ambas introducidas, aunque convenientemente “naturalizadas”). En la región de la Orinoquía, hay desarrollos importantes en el cultivo de algunas especies de peces para consumo. Sin

embargo, es fundamental apuntarle al cultivo de especies ornamentales tanto marinas como de agua dulce, porque gran parte de las exportaciones de peces de agua dulce dependen de capturas del medio que si bien reportan algún ingreso para las comunidades que se dedican a esta práctica, como una iniciativa de Biocomercio, no es una práctica sustentable a mediano y largo plazo por la altísima mortalidad que tienen los peces durante el proceso de captura y transporte a las ciudades.

De acuerdo con la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP, para el año 2015 la producción total ascendió a 150,465 Ton, de las cuales el 70,9% correspondieron a acuicultura, 22,9% a la pesca marina y 6,2% a la pesca continental.



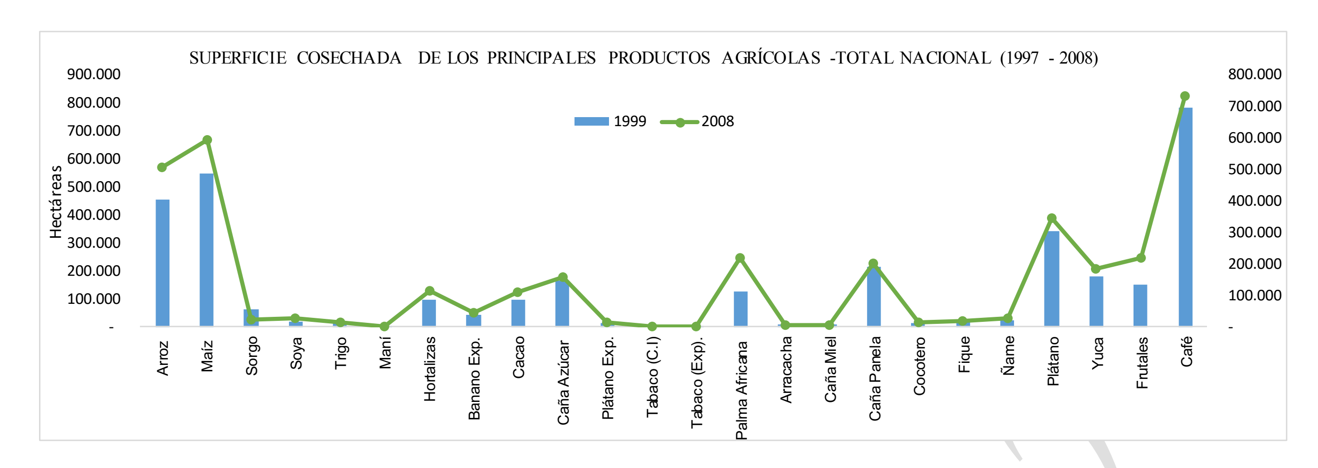
Producción pesquera histórica en Colombia.
Fuente: AUNAP, 2018.

En la pesca marina las capturas en el Caribe representan cerca del 18% de las pesquerías del país. Los recursos pesqueros están amenazados, lo cual es crítico si se tiene en cuenta que el mar Caribe no es un sistema altamente productivo (FAO & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). El sector pesquero más productivo del país se concentra en el océano Pacífico, pero este territorio es a su vez el más pobre y menos desarrollado. El potencial pesquero se ha calculado dentro del sistema de cuotas globales de pesca en 37795 $t/año^{-1}$ representado por 84 especies registradas de un total de 250 inventariadas. Se considera que 81% de las poblaciones de peces de la región son objeto de aprovechamiento por encima del límite de rendimiento sostenible (RMS) (Barreto & Borda, 2008; Barreto *et al.*, 2009; FAO & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

En las aguas continentales se presenta el mayor estado crítico de las poblaciones objeto de aprovechamiento. En el río Magdalena por ejemplo, la disminución de la producción desembarcada y registrada entre 1974 y 2017 se ha reducido en el 85%, con 81 especies con algún grado de amenaza, contra 41 reportadas en 2004. En la década de los setenta y ochenta la cuenca aportaba entre el 77% y el 95% de la pesca continental y respecto a toda la pesca nacional registrada ha pasado del 69,0% al 15,12% en 2017 (Gutiérrez & Barreto, 2019). En el río Atrato, las aproximaciones al estado de los recursos pesqueros denotan que las poblaciones parecen haber llegado a su rendimiento máximo sostenible (Lasso *et al*., 2011a; Gutiérrez *et al.,* 2011; Jiménez *et al.* 2018).

La agricultura por su parte se concentra en las cuencas hidrográficas de los ríos Cauca y Magdalena ubicadas en la región Andina del país. En estas cuencas, habita el 77,4% de la población nacional y de ellas depende en gran medida el abastecimiento de agua y la producción agrícola que sustentan el desarrollo socioeconómico de sus comunidades. Ecológicamente, estas zonas son claves por la interacción que ocurre entre los bosques andinos, alto andino y páramos, conformando las áreas estratégicas de recarga y regulación de caudales que determinan la oferta hídrica nacional (IDEAM 2002, IDEAM 2003, PNUD 2010, IDEAM 2014, MAVDT 2014).

Consecuentemente, el sector agrícola tiene una demanda hídrica de 46,6% sobre un total de 35.987 Mm3. La huella hídrica agrícola (HHA) creció a ritmos anuales del 1%, pasando de 23,1 Gm3 a 34 Gm3 (Arévalo, Lozano et al. 2011, IDEAM 2014), mientras que la contribución de la agricultura al Producto Interno Bruto (PIB) ha tenido serias variaciones pasando del 15,8% en el 1992 al 7% en 2016. Contrariamente en el año 2017, el sector de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca tuvo el mayor crecimiento con un 7,7% producto de la estrategia nacional "Colombia Siembra"; sin embargo, según datos del banco Mundial este sector no ha tenido un peso importante en la economía colombiana, ni crecimientos relevantes en los últimos años.



Comportamiento de los principales productos agrícolas.

Fuente: Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Secretarías de Agricultura Departamentales - UMATA. Años 2006, 2007 y 2008 Convenio MADR - CCI.

3.2.13 Materiales

Producción de materiales derivados de organismos en cultivos o ecosistemas naturales, para todo tipo de usos como la construcción, textiles, impresión, fines ornamentales (por ejemplo, madera, fibras, ceras, papel, resinas, tintes, perlas, conchas, ramas de coral). Incorpora el uso directo de organismos vivos para la decoración (es decir, plantas ornamentales en parques y hogares, peces ornamentales), animales de compañía (mascotas), transporte y mano de obra (incluyendo pastoreo, búsqueda, orientación, protección).

Esta categoría incluye las fibras, que han sido utilizadas por los seres humanos desde los primeros tiempos y son componentes clave del bienestar a través de la provisión de refugio, ropa y otros beneficios. Se utilizan para fabricar productos tales como materiales de construcción, papel, cordeles, textiles, cestas, escobas y alfombras. Aparte de las plantas, las fibras también se obtienen de fuentes animales y minerales; en el caso del algodón, el lino, el cáñamo, el yute y el sisal son fibras vegetales producidas con mayor frecuencia en Latinoamérica.

3.2.14 Recursos genéticos, bioquímicos y medicinales

Aunque la investigación en biotecnología en Colombia ha tenido un incremento entre los años 2001–2012, esta tendencia sigue siendo baja en comparación con otros países tanto en el ámbito

regional como global (Martinez y col., 2014). Apenas el 13,7% de los grupos de investigación registrados en Colombia han realizado investigaciones con base en los recursos genéticos del país (Nemogá, 2014). Asimismo, la gran mayoría de esfuerzos se han dirigido a ingredientes botánicos como fuente de diversidad química (Carrillo-Hormaza & Osorio, 2017). La falta de centros de bioprospección es una de las grandes desventajas del país. Actualmente existen alrededor de 20 centros de bioprospección moderna, mientras que Brasil cuenta con más de 800 y Costa Rica con 43 (Gómez & Ossa, 2015). De igual forma, el país no ha formulado las políticas correctas para impulsar una industria farmacéutica, fitoterapéutica, nutracéutica, cosmética y de cuidado personal con base en su megadiversidad (Estrada & Diaz, 2015).

Los estudios en biodiversidad marina en el país son relativamente recientes, con avances importantes en inventarios de especies, caracterización de ecosistemas y cartografía (Díaz y Acero, 2003). En Colombia se han realizado avances importantes en la descripción, caracterización y evaluación de la actividad biológica de invertebrados marinos colombianos (Duque y col., 2003). La mayor parte de las investigaciones en productos naturales marinos se ha realizado en el Caribe, especialmente en el área de Santa Marta, seguido del archipiélago de San Andrés y Providencia y el Golfo de Urabá. Otras regiones marinas del país han sido exploradas en menor medida.

3.2.15 Aprendizaje e inspiración

3.2.16 Experiencias físicas y sicológicas

El contacto con la naturaleza es positivo para el bienestar humano al menos por tres razones. La primera está relacionada con la hipótesis de biofilia (Wilson, 1984), la cual hace referencia a la tendencia innata que tenemos los humanos a relacionarnos con la vida y los procesos naturales. La hipótesis de la biofilia implica entonces que los humanos dependemos de la naturaleza de una manera que trasciende los aspectos materiales y físicos que soportan la vida: en la naturaleza también buscamos significado espiritual, intelectual, cognitivo, y artístico (Keller & Wilson, 1995). En segundo lugar, hay efectos psicológicos benéficos pues se ha encontrado que los espacios naturales reducen el estrés psicológico, inducen emociones positivas, y renuevan o restauran recursos cognitivos agotados (Atchley, Strayer & Atchley, 2012; Carrus et al., 2015). Por último, diversos estudios muestran cómo los entornos verdes propician respuestas fisiológicas asociadas a un menor estrés: se ha encontrado que durante la exposición a entornos verdes las personas experimentan mejoras en la presión arterial, el ritmo

cardíaco, la tensión muscular y los niveles de cortisol, la llamada hormona del estrés (Roe et. al, 2013). En una sociedad predominantemente urbana, como la colombiana, estos beneficios ser materializan en la medida que las personas puedan realizar actividades de recreación pasiva o activa en entornos verdes. Si bien los parques naturales y áreas protegidas juegan un papel muy importante en este respecto, las zonas periurbanas e incluso los parques urbanos también contribuyen en este sentido. Si bien este es un tema poco estudiado en el país, hay evidencia que indica que las áreas verdes urbanas inciden positivamente en la satisfacción con la vida (Vargas y Roldán, 2016; Aldana-Dominguez et. al, 2019)

3.2.17 Construcción de identidades

Elementos del entorno ecológico relacionados con los procesos de construcción del territorio a diferentes escalas, son determinantes en el desarrollo de los mecanismos de uso y acceso a los recursos naturales para el bienestar humano y aportan a la construcción de identidad de las comunidades locales en relación con su entorno natural. La naturaleza y sus diferentes espacios han sido fundamentales en construcción de identidades y modos de vida de las comunidades y ciudades. El territorio continental de Colombia es un mosaico complejo, con transformaciones en diferentes escalas espaciales y temporales, con sistemas sociales y ecológicos integrados, más o menos estables, o con trayectorias de cambio hacia otros equilibrios (Caicedo Fernández 2010).

El territorio también influye en la cosmogonía de las comunidades, por ejemplo según la mitología de los Coconucos, en el departamento del Cauca, la laguna del Buey (PNN Puracé), está conectada con el inframundo "por eso en ella puede ascender la dueña de esa esfera, la sierpe, un ser entre culebra y pescado que se parece a un dragón, también es una forma de Mama Dominga, el espíritu femenino de la naturaleza", esta laguna está protegida por el volcán Pan de Azúcar, que obtiene su vitalidad de las ánimas de los guandos (coco: espíritu, urco: cerro con entrada al inframundo).(Faust 2004).

Existen múltiples ejemplos que destacan el papel de la biodiversidad en la construcción del territorio y su manejo, como es el caso de las comunidades indígenas, campesina, negritudes y población asentada en las ciudades. En primera instancia, es claro que el papel de la naturaleza en la identidad de las comunidades indígenas representa la base de su existencia, por esta razón y ante la necesidad de salvaguardar estos modos de vida y costumbres, el país ha avanzado en

la consolidación de áreas protegidas con participación de pueblos indígenas como estrategia para la conservación de la biodiversidad.

Uno de los ejemplos más destacables corresponde al de Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi – Ande, el cual fue creado para salvaguardar el conocimiento tradicional en el uso de las plantas medicinales y la identidad de diversas comunidades indígenas como los Cofán, Inga, Siona, Kamentsa y Coreguaje, etnias con lenguas, costumbres y tradiciones propias, pero unidos por lo que la antropología ha denominado la "cultura del yagé (PNN 2008).

Otros ejemplos asociados con la construcción de identidades en pueblos indígenas se resaltan en la tradición de tararear o cantar a los niños, poesías historias relacionadas con la naturaleza, mitos y leyendas, para el caso de los pueblos Katios, Embera Dobidas e incluso comunidades afrodescendientes del Choco.(Álvarez Torres, Pemberty Sepúlveda et al. 2012). La construcción de identidad con la naturaleza es catalogada como algo sagrado representado en ceremonias como la ombligada, a través de la cual se establece una fuerte relación entre la persona y la naturaleza, es decir, un nuevo ser, como parte de la naturaleza, debe tener algo que lo representa y lo une con los seres vivientes, para obtener de ellos las habilidades que requieren para la vida.

En comunidades como como Los Tikuna y Los Katios los juegos de los niños están relacionados con paseos a los ríos, trepar árboles, aprender a reconocer las huellas de los animales del monte e incluso crear juguetes con elementos naturales de sus contextos, Todas estas manifestaciones representan una muestra de cómo la naturaleza forma y fortalece la identidad de comunidades indígenas y afrodescendientes, los cuales son altamente destacables en este aspecto. Sin embargo, es importante destacar además el papel de la naturaleza en la identidad de comunidades campesinas y urbanas resaltando el papel que tiene la biodiversidad en las diferentes manifestaciones culturales, la visión de territorio y sus relaciones con el mismo.

Como ejemplos más destacables de la construcción del territorio basado en el entorno natural, se identifica que solamente el 3% de la población nacional residen en lugares sin humedales, mientras que el 10% se localiza en áreas con altos porcentajes de este tipo de cobertura con un Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) superior al 74%, esta amplia red de humedales en Colombia le han otorgado la mención de país anfibio (Cortés-Duque and Flórez-Ayala 2015).

De igual forma la biodiversidad ha sido fundamental en el desarrollo de los modos de vida agropecuaria como es el caso de las sabanas inundables de la Orinoquia donde la actividad ganadera convive con los ritmos estacionales de las inundaciones y favorece la conservación de la biodiversidad en la medida en que su estructura y relaciones socioambientales han sido concominantes con balances entre conservación y producción (Peñuelas 2017) .

Por otra parte, la relación biodiversidad naturaleza en la identidad del territorio se manifiesta además en las múltiples muestras artísticas y festivas de las regiones del país, como es el caso de los Carnavales, Festivales o Ferias en donde la naturaleza es fuente de inspiración y uso de las fiestas más tradicionales. Uno de los casos más representativos corresponde a la Feria de Las Flores en Medellín, donde los agroecosistemas campesinos como el de los silleteros de Santa Elena en Antioquia, permiten la conservación de la cultura y biodiversidad de los agricultores de la zona quienes cada año realizan muestras artísticas en las tradicionales silletas como parte de su identidad y relación con la naturaleza (García Villegas and Gálvez Abadía 2011).

Entre los muchos ejemplos que se pueden encontrar sobre como la biodiversidad permite la construcción de identidad y fortalece las relaciones entre ser humano y naturaleza, se identifica el papel de la misma en las diferentes culturas y la sociedad colombiana a través de los años. No obstante, toda esta riqueza se ve cada vez más amenazada por diferentes fenómenos como el crecimiento demográfico acelerado que reduce los territorios campesinos, y de comunidades étnica. En este sentido, como lo señala (Arango Escobar 2008), la expansión urbana representa un riesgo en la medida en que se pierde el capital humano en territorios biodiversos capaz de cuidar reservas de agua, bosques y biota, de los cuales depende la calidad de los demás ambientes en el largo plazo. Por esta razón, la pérdida de biodiversidad no solo representa un riesgo en términos de afectación a los ecosistemas sino también a la identidad cultural y a los modos de vida de las comunidades de nuestro país.

3.2.18 Mantenimiento de opciones

En construcción.

3.3 Contribuciones de la naturaleza, valoración, trade offs y conflictos ambientales

Colombia posee uno de los marcos jurídicos y legales más complejos a nivel mundial, que tal como está concebido y se implementa, dificulta enormemente la posibilidad de avanzar en trabajos tanto científicos en colaboración entre universidades y centros de investigación, o como estrategias conjuntas entre el sector académico y el sector empresarial (Gómez y Nemogá, 2007; Duarte y Velho, 2008). Si bien Colombia como país megadiverso tiene las capacidades en los grupos de investigación para adelantar procesos de aprovechamiento de la biodiversidad, los esfuerzos no se han podido manifestar claramente porque el marco legal que regula la exploración y el aprovechamiento de la biodiversidad colombiana limita de manera muy restrictiva el avance de alianzas y articulaciones (Duarte y Velho, 2009).

La normatividad colombiana advierte que las investigaciones que requieren la obtención y utilización de recursos genéticos, sus productos derivados o el componente intangible asociado, requieren además del Permiso de Estudio, suscribir un Contrato de Acceso de Recurso Genético. Sin embargo, este requerimiento es cuestionable en las primeras fases de las investigaciones en valoración de los recursos biológicos, que se realizan en universidades, porque en esos casos se busca evaluar el recurso sin tener la certeza que los resultados van a ser lo suficientemente promisorios como para garantizar su comercialización. Esto no quiere decir que las investigaciones se hagan sin un objetivo claro, sino que los resultados no siempre son lo suficientemente interesantes que ameriten un desarrollo ulterior para su posterior transformación y comercialización.

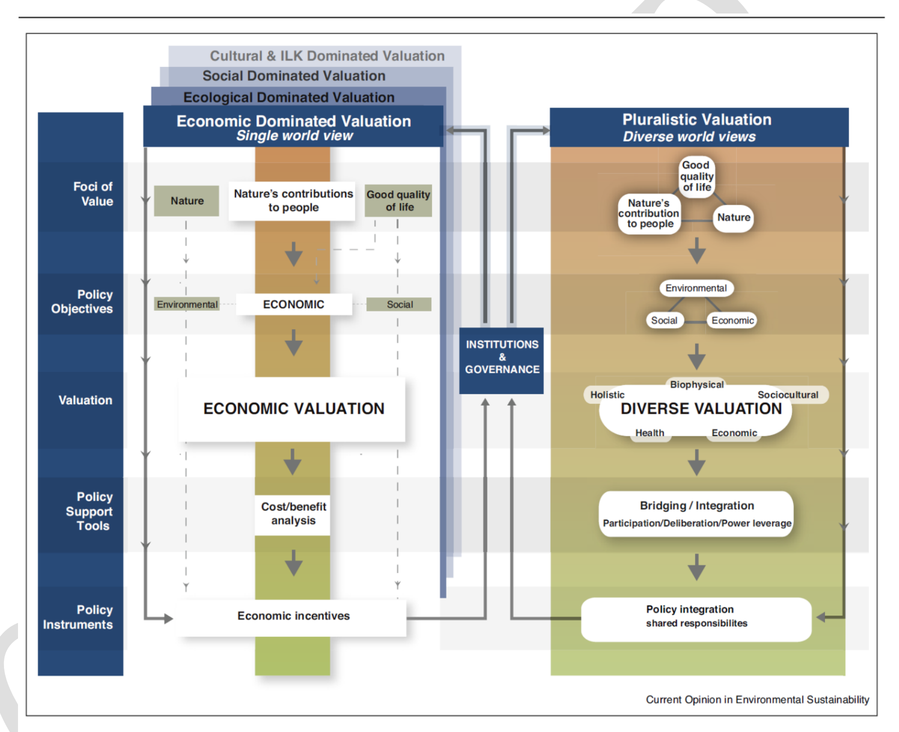
A nivel del mercado, prácticamente no hay demanda de productos a nivel nacional porque los empresarios colombianos no creen en los productos nacionales y no invierten en desarrollo tecnológico nacional. El estado debiera priorizar la formación de profesionales que puedan producir y comercializar productos de base tecnológica y propiciar espacios para el acercamiento del sector académico y empresarial que permitan el trabajo conjunto y la continuidad a los proyectos. De igual forma, debiera ser una prioridad nacional el apoyar iniciativas conjuntas universidad-empresa para el desarrollo de soluciones a problemas específicos.

3.3.1 Contribuciones de la naturaleza y Valoración plural e integral en Colombia.

El reconocimiento amplio de la importancia de la valoración integral y plural de los servicios ecosistémicos, se vio reflejada de igual forma en la guía sobre la conceptualización de múltiples valores de la naturaleza y sus beneficios de desarrollada por IPBES (Pascual y col., 2017). Esta

guía propone un nuevo esquema para realizar ejercicios de valoración (Figura 1) que trasciende la inercia de las valoraciones económicas como única visión del valor de la naturaleza, ya que imposibilitaba el entendimiento de la compleja realidad local. Como se evidencia en la Figura 1, IPBES plantea una valoración más holística que incluye los valores sociales y ecológicos, muchas veces ocultos por las valoraciones económicas. Se expone el paso de una valoración tradicional centrada en los valores económicos (visión estrictamente utilitaria), a una valoración que reconozca otras visiones de valor no utilitarias (valores relacionales y valores intrínsecos), (Figura 3).

Figura 3. Valoración unidimensional vs valoración plural.



A stylized illustrative framework of contrasting approaches to the process of valuation. The right side panel emphasizes the importance of a pluralistic valuation approach, compared with value monism or unidimensional valuation approaches to human–nature relationships represented in the left side panel.

Fuente: Pascual y col., 2017

De acuerdo a IPBES, las formas en que los valores son comprendidos, reconocidos y abordados en la práctica son complejos y tienen un impacto en decisiones que pueden afectar tanto el presente como el futuro (Pascual y col., 2017). La interacción de diferentes cosmovisiones y valores asociados con los servicios ecosistémicos produce perspectivas igualmente diversas sobre aspectos relacionados, como por ejemplo, la conservación de la biodiversidad, la equidad, resiliencia y formas de lograr las metas del desarrollo sostenible.

La importancia de la valoración integral para el manejo sostenible de los ecosistemas y la biodiversidad (Rincón y col., 2014; Pascual y col., 2017; Jacobs y col., 2016; Gómez-Baggethun y col., 2014; Arias-Arévalo y col., 2018) y el contexto particular de América Latina hace pensar que las ideas en torno a la valoración plural, incluyente e integral tienen mucho más sentido y cabida en dicho contexto (de Castro y col., 2015). De hecho, como se evidenció en dos simposios realizados sobre valoración integral en el marco de las dos últimas conferencias sobre servicios ecosistémicos en América latina (**a-** la primera conferencia latinoamericana del Ecosystem Services Partnership- ESP realizada en Cali – Colombia en el 2016. y **b-** el V congreso de Servicios Ecosistémicos en los Neotropicos realizado en Oaxaca –México en el 2017), hay un creciente interés desde América Latina por la investigación en nuevas visiones de valor sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que permitan una mayor inclusión de actores y perspectivas en la toma de decisiones.

Como resultado de estos encuentros y los estudios de caso presentados, se evidencia un gran interés por incluir otros lenguajes de valoración diferentes a los monetarios, los cuales son muchas veces excluidos en la toma de decisiones. Se observa como la exclusión de estos lenguajes de valoración, puede generar la expansión de conflictos ambientales y como su inclusión es necesaria para disminuir las asimetrías de poder en las decisiones sobre la gestión de los ecosistemas y las contribuciones de la naturaleza. Basados en los resultados de la investigación realizada por Rincón y colaboradores en 2019 para América Latina, se realizó una selección de los estudios de caso en Colombia, con el fin de dar un contexto de los avances desde Colombia en torno a los retos de promover la inclusión de valores diversos a través de la investigación-acción y apoyar la idea de justicia social y ambiental, asociada a la sustentabilidad y mantenimiento de las múltiples contribuciones de la naturaleza.

De acuerdo al Rincón y col 2019, tomando en cuenta el número de casos analizados en el contexto América Latina, Colombia es el país con mayor número de casos en avance sobre procesos próximos a valoración integral junto con México. Esto tiene sentido si se entiende que Colombia es un territorio que se puede denominar, complejo, conflictivo, heterogéneo y muy dinámico, con un componente de creciente desigualdad, grandes asimetrías de poder, riqueza en recursos naturales y expansión de conflictos ambientales, este contexto en gran parte explicaba la importancia de estas nuevas iniciativas de valoración.

Todos los casos y procedimientos fueron tomados de Rincón y col 2019, haciendo particularidad para el caso Colombiano. En trabajo de Rincòn y col 2019, se realiza una selección de los estudios de caso, bajo la condición que los casos cumplieran al menos de uno de estos criterios que evidenciarían un proceso hacia un trabajo más integral y plural: a) que

incluyeran al menos 2 dimensiones de valoración (social, económica, ecológica) b) que se realizarán un análisis de integración de valores (multicriterial, análisis de escenarios, etc) c) que se hubiera evidenciado un proceso de inclusión de los diferentes actores asociados (métodos deliberativos, talleres, etc), de acuerdo a estas condiciones se determinaron 8 estudios de casos para Colombia con una gran diversidad regional representado por trabajos en 8 departamentos diferentes (ver tabla 1):

Tabla 1. Casos de estudio valoración plural e integral en Colombia

No	Case Study	Country	Objective
1	Valuation of ecosystem services in the Orinoquia with participation of local community.	Casanare	Performs an integrated social and ecological diagnosis in the territory. For this purpose, the main ecosystem services were identified aiming at establishing management guidelines.
2	Social valuation of ecosystem services perceived by social actors in the Jaboque's basin, Bogotá-Colombia.	Bogotá	Provides inputs on how social actors perceive ecosystem services, as well as their perceptions regarding the watershed main problems and the presence of institutions.
3	Integrated valuation and scenarios analysis in the Orotoy river basin.	Meta	Develops an integrated valuation of ecosystem services aimed at territory management in a context of environmental conflicts.
4	Integrated valuation of ecosystem services associated with the area of influence of the Ituango hydroelectric project	Antioquia	Conducts an ecosystem services valuation as an input for integrated territorial management.

5	Values and uses of the ecosystem service of water supply, Mondomo, Cauca.	Cauca	Identifies the values attributed and uses of the ecosystem service of water supply of the Mondomo River watershed, within a socio-ecological system approach.
6	Integrated valuation of the mangroves with emphasis on the ecosystem services of coastal erosion	Cordoba	Assesses the importance of the mangroves of the Bay of Cispata and the Estuarine Delta of the Sinú River, Colombia, through the integrated valuation of the erosion control service provided by the edge mangrove.
7	Valuation of ecosystem services present in the productive and extractive use systems of the municipality of Ataco-Tolima.	Tolima	Identifies the ecosystem services associated to the current use of ecosystems from the municipality of Ataco (Tolima) and analyzes how productive and extractive associations affect and value each type of service.
8	Exploring intrinsic, instrumental and relational values attributed to the ecosystems of the Otún River watershed, in the Colombian Andes.	Pereira	Assesses the environmental motivations and values that people attribute to the ecosystems of the mid-upper stream of the Otún River watershed, central Andes, Colombia with the aim of informing environmental management.

Fuente: adaptado para el caso colombiano de Rincón y col 2019.

Los casos de estudio seleccionados de estos encuentros son el reflejo de una nuevo pesanmientoen valoración, en la que su inclusión solo puede lograrse moviendo el campo científico más allá del debate heurístico interdisciplinario, aprendiendo de aplicaciones del mundo real, compartiendo éxitos y fracasos, y la elección explícita de la investigación transformadora para sostenibilidad.

En la figura 3, se evidencia una clasificación de estos estudios de caso, también adaptada del trabajo de Rincón y col 2019, que permite entender los alcances realizados en materia de a) trabajo transdisciplinar, b) participación de actores c) nivel de incidencia en la toma de decisiones. De forma favorable se encontró que la mayor parte de todos los caos de estudio trascienden los enfoques monodisciplinares donde los actores solo son objetos de estudio (métodos clásicos de valoración económica) que usualmente se ubicarían en el área roja de la figura XX. Por el contrario se evidencia que la mayor parte de los casos estudiados avanzan a enfoques interdisciplinares y transdisciplinares y un mayor involucramiento y empoderamiento de los actores locales (ver figura 4)

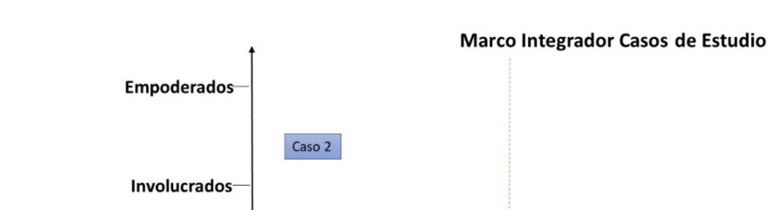
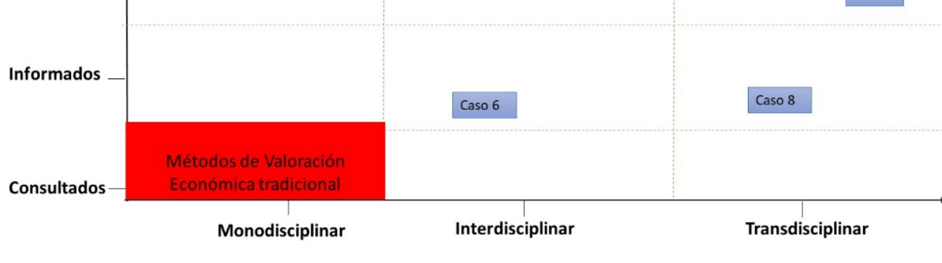



Figura 4. Estudios de caso valoración plural e integral para Colombia

Fuente: Adaptado para el caso colombiano de Rincón y col 2019.

Los resultados encontrados que parten del marco analítico expuesto en la figura XX (un resultado de los marcos IPBES y VIBSE de valoración), permiten analizar los avances en valoración integral desde Colombia, en pro de analizar los cuellos de botella y posibilidades de desarrollo de este tipo de iniciativas. En este marco la valoración integral es planteada como un "proceso", con requerimiento previos y como base para la toma decisiones, un punto final dentro de un proceso de valoración, pero igualmente un punto de inicio hacia la inclusión, por ello dentro de la figura XX la valoración esta en el centro del proceso (punto 3). Desde IPBES la propuesta de valoración de la naturaleza, se incorporan valores como el ecológico, el social cultural, el económico, y se toman como contextuales y dinámicos. (contextos socioculturales

y políticos más amplios contextos ecológicos y ambientales). También pueden variar a través de escalas espaciales, temporales, sociales y organizacionales. (Pascual y col., 2019).

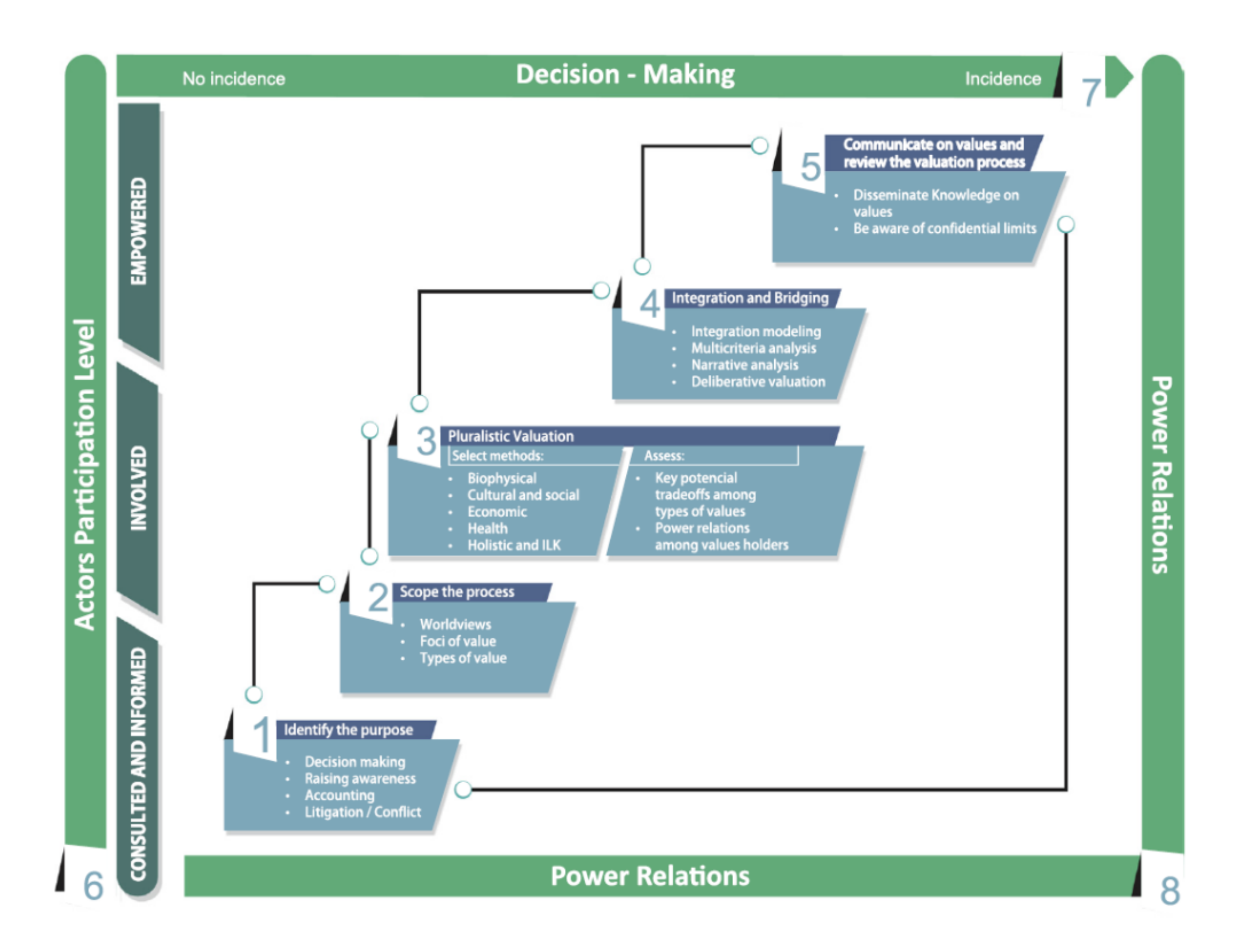


Figura 5. Marco analítico de valoración integral tomado como base los planteamientos de IPBES y Rincón et al 2014. Fuente Rincón et al 2019.

Del análisis de los estudios de caso analizados para America latina bajo el marco analítico de la figura XX, (donde la mayor parte de los casos eran de Colombia), se determinaron los siguientes mensajes clave, como retos futuros en la valoración plural de las contribuciones de la naturaleza en contextos como el colombiano:

Importancia de lograr financiamiento de este tipo de iniciativas que generalmente son de largo *plazo, pero con grandes beneficios de construcción colectiva y sostenibilidad de largo plazo*. Esto significa rompes la dicotomía entre los “tiempos políticos” y lo tiempos que exigen investigaciones de largo plazo para la construcción de procesos duraderos.

La academia juega un rol muy importante como punto de contacto, empoderamiento y apoyo central para los diferentes actores, sobre todo en el orden local, en la academia muchas veces esta la base de la continuidad de los procesos en el territorio, sin embargo su desfinanciamiento y por tanto a veces insuficiente capacidad técnica, son un punto a mejorar.

Se requiere crear condiciones de inclusión de los diferentes actores para realmente trascender a escenarios incluyentes y sostenibles social, ambiental y económicamente. En el caso colombiano estas condiciones de inclusión pueden ser el mayor reto, si se tiene en cuenta que se viene dando un asesinato sistemático de los líderes sociales y ambientales locales, sobre los cuales recae el centro de hacer posible esto.

La valoración plural e integral puede convertirse en un elemento centrar para la disminución de asimetrías de poder y lograr una mayor justicia ambiental. IPBES pueden ser un primer paso de llamado en acción hacia el apoyo de este tipo de iniciativas desde todos los ámbitos

SUBCUENCA RÍO LAS PIEDRAS, POPAYÁN, CAUCA



El río Las Piedras, es un importante tributario de la cuenca alta del río Cauca, ubicado en la cordillera central de los Andes, sobre las franjas de bosque andino y altoandino, en el departamento del Cauca. Es considerado un ecosistema estratégico por ser la principal fuente de abastecimiento de agua para la capital del Cauca (abastece el 70% de usuarios de la empresa de acueducto de Popayán) y contiene la única zona de páramo del municipio, además hace parte del área de amortiguamiento del PNN Puracé.

En la subcuenca, la oferta hídrica es buena (caudal 2,48 m3, ICA ≥80), para los diferentes usos que se hacen del agua proveniente de esta fuente. Lo anterior, es resultado del trabajo conjunto que se adelanta en la subcuenca por parte de las comunidades e instituciones locales, con acciones de recuperación de coberturas naturales reguladoras y procesos sociales con prácticas agrícolas sostenibles.

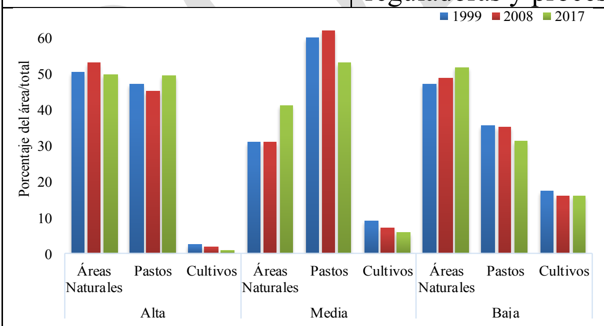


Figura 1. Cambio de coberturas vegetales.

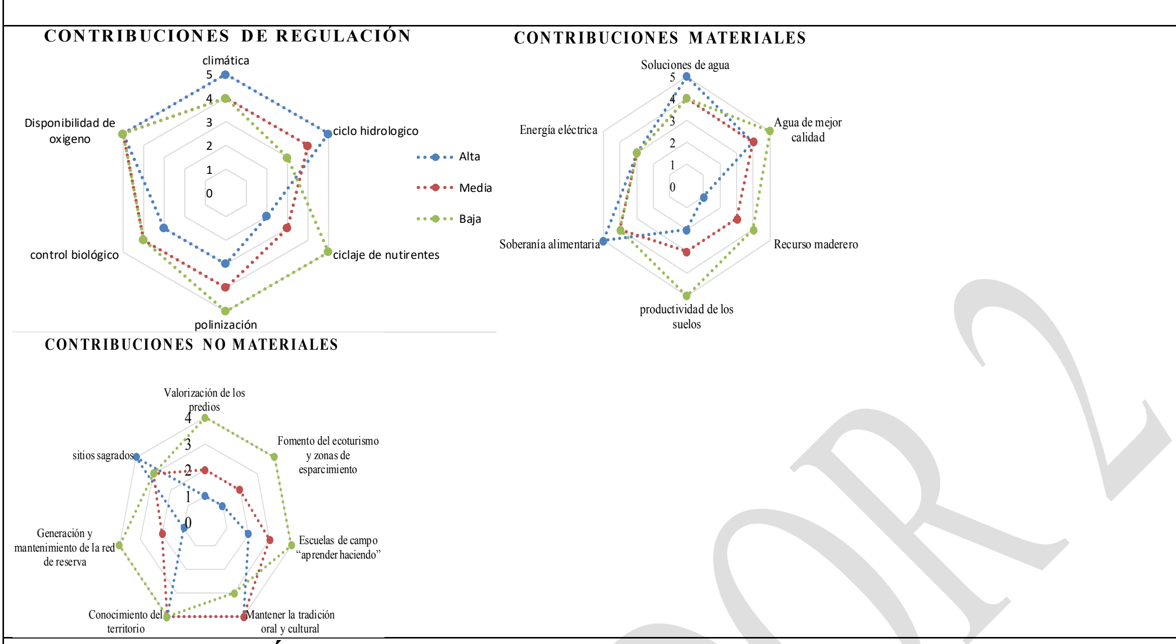
En la figura 1, se muestran los cambios de coberturas en la subcuenca del río Las Piedras, con incremento de las áreas naturales hacia las zonas media y baja, que favorecen la capacidad de regulación y recarga hídrica.

Sin embargo, la ampliación de las áreas de pastos y cultivos genera conflictos entre las entidades y las comunidades locales, por la disponibilidad del recurso hídrico destinado al consumo humano y las actividades productivas.

IDENTIFICACIÓN DE NCP´S (NATURE CONTRIBUTIONS TO PEOPLE):

La zona alta de la subcuenca se asocia con contribuciones de regulación y no materiales, relacionadas con las coberturas naturales reguladoras de importancia ecológica y cultural, en la zona media predomina la disponibilidad de áreas productivas y atractivos ecoturísticos, mientras que la zona baja representa las dinámicas de abastecimiento, con zonas cultivadas y la provisión de agua

(contribuciones materiales).



MANEJO Y GESTIÓN:
Acciones de gobernanza mediante acuerdos de iniciativas comunitarias, entre ellos el pacto de Paz y Convivencia (2002), la construcción de un acuerdo de voluntades para la planificación de la subcuenca (2005), la gestión del riesgo para conformar un sistema de alertas agroclimáticas tempranas participativas SAATP (2012) y la propuesta de herramientas para fortalecer la oferta ambiental a través de un fondo de agua (2017).

REFERENCIAS:

-Gobernación del Cauca, 2016-2019. Vulnerabilidad y Riesgo en Sistemas de Agua Potable en el Cauca – AQUARISC. Proyecto de investigación. SGR-CTI.
-Ruiz. D. Incidencia de la producción agrícola en el servicio ecosistémico de abastecimiento de agua para consumo humano en cuencas altoandinas, Tesis de doctorado en Ciencias ambientales. Universidad del Cauca. 280p.
-Recaman L. (2017). manejo adaptativo del territorio en una cuenca altoandina desde la diversidad cultural y ecosistémica. Tesis de doctorado en Ciencias ambientales. Universidad del Cauca. 417 p.
-Corporación Autónoma Regional del Cauca -CRC (2016). Plan de ordenación y manejo de la subcuenca hidrográfica del Río las Piedras (Actualización). Resolucion 0751/2006. Piedras., F. P. R. L. Popayán, CRC: 457.

EL DIFÍCIL CAMINO DE LA PAZ Y LA SOSTENIBILIDAD. UN ANÁLISIS DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO AMOYÁ COLOMBIA, BAJO EL MARCO IPBES.

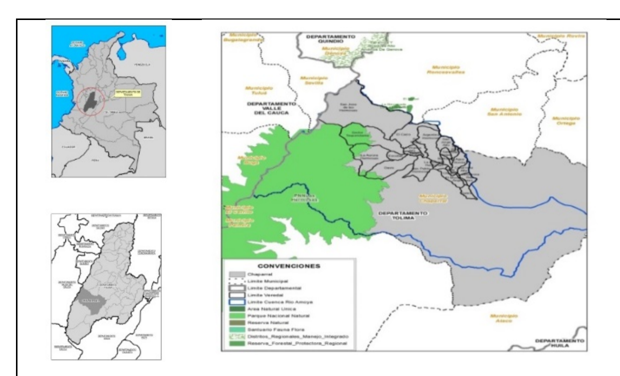


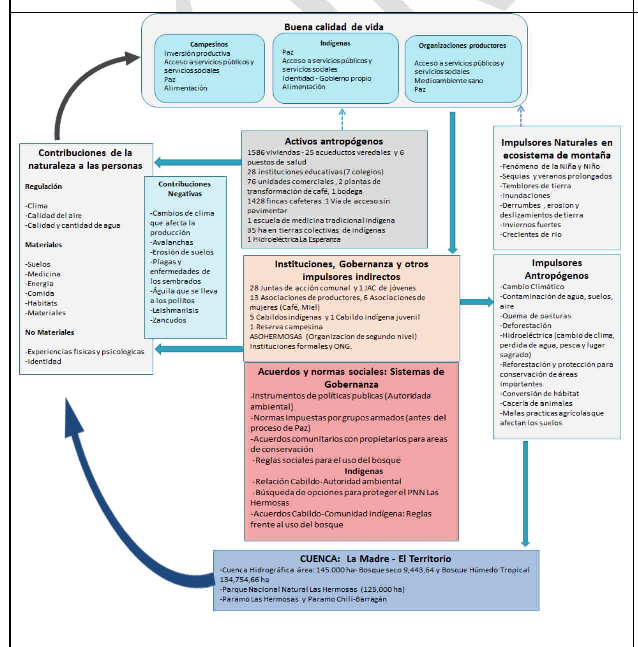
Figura 1. Localización cuenca Amoyá y división territorial corregimiento de Las Hermosas, municipio de Chaparral, Tolima. En verde el PNN Las Hermosas y los páramos Las Hermosas declarado a partir de la Resolución 0211 del 10 de febrero de 2017 y el Páramo Chili –Barragán - Resolución 1553 del 26 de septiembre de 2016.

Fuente: SIAC, 2016. Plan de ordenamiento territorial POT, municipio de Chaparral - Tolima, 2001.

La cuenca del rio Amoyá en los Andes Colombianos, nace en el Parque Nacional Natural Las Hermosas en la cordillera central, originándose a los 3900 m.s.n.m con una extensión de 145.617.9 ha. Se identifican coberturas desde bosques neotropicales hasta páramos. A escala regional se localiza el Páramo Las Hermosas y Chili –Barragán.

Es una zona importante por su oferta hídrica que se calcula en 1362 millones m3 anuales, siendo el hogar de las comunidades de cinco corregimientos (CORTOLIMA, 2005), entre ellos Las Hermosas. La concesión de agua proveniente de la cuenca, es de 599 millones de m3 al año, surten el acueducto municipal (abasteciendo a 26 716 personas - DANE 2005, Proyección 2016) así como sistemas de riego, acueductos rurales, unidades agropecuarias, batallones y la generación de energía en la Hidroeléctrica Amoyá La Esperanza (CORTOLIMA, 2018).

Sin embargo, la trasformación del bosque es una constante en este sistema socioecológico. En la ventana de tiempo comprendida entre los años 1990 a 2016 (IDEAM, 1990-2016), se reportó la reducción de 22.361 ha de bosques, principalmente en la zona norte donde se concentran las actividades ganaderas, seguida del café, uno de los principales recursos de subsistencia.



A escala local, en el corregimiento de Las Hermosas las comunidades campesinas e indígenas, han conformado una sociedad habitada por 6600 personas cuya identidad cafetera se expresa en 1428 fincas que abastecen los mercados regionales y nacionales.

En este sistema socioecológico, los vínculos con la naturaleza se expresan a través de las relaciones con su territorio, al considerar la cuenca como, “*la vena, la arteria y la madre del corregimiento*”, así como “*la reserva principal del conocimiento*”.

El valor ecológico que otorga la cuenca se asocia principalmente con la capacidad de las coberturas para proveer agua debido a la

Figura 1. Diagrama que representa los elementos de un Sse basado el marco conceptual de IPBES (Díaz, et al 2015) y la comunidad campesina e indígena del cañón de Las Hermosas, 2018. Fuente: Elaboración propia.

existencia de un área de bosques densos y herbazales que ocupan el 39% de la cobertura identificada en el año 2012 (IDEAM, 2012).

En términos de contribuciones económicas, la caficultura en el área rural y la provisión de agua al acueducto urbano, a un horizonte de 20 años y una tasa de descuento del 12%, aportan un aproximado de $47 mil millones de COP. La generación y comercialización de energía eléctrica en el año 2017, presentó un intervalo entre $67 mil y $190 mil millones COP.

IDENTIFICACIÓN DE NCP´S (NATURE CONTRIBUTIONS TO PEOPLE):

La aplicación de los elementos planteados por IPBES a nivel local, evidencio la existencia de 13 tipos de contribuciones de la naturaleza para campesinos e indígenas. Aquí, los inviernos fuertes y cambios de clima que afectan la floración del café, las avalanchas, la Broca y enfermedades como Leishmaniasis así como el "*Águila que se lleva a los pollitos*", son considerados como contribuciones negativas de la naturaleza. Además de los cambios de clima, el agua para las personas y animales, la tierra para cultivar, la pesca, la leña, "*el disfrute de la luna"*, y "*la corriente de aire que aleja los zancudos"*, han tenido una incidencia directa en la gestión del territorio y son considerados como elementos de sobrevivencia.

Los procesos históricos de poblamiento ligados al desplazamiento de un campesinado despojado de tierras, contribuyeron a la ampliación de la frontera agropecuaria en áreas forestales, lo que ha perpetuado el cambio de uso del suelo. Hasta el año 2002, el 39.7% del territorio se encontraba ocupado por suelos agrícolas, y en el 2012 el área había aumento al 42.2%, conformándose un Trade-off de servicios de provisión de alimentos y sus efectos sobre las contribuciones regulatorias de los bosques, contradiciendo la vocación del suelo.

Actualmente se constituyen nuevos impulsores de cambio sobre los bosques, por la liberación de áreas naturales antes vedadas por el conflicto armado colombiano, la adaptación del café en la alta montaña y el fomento de proyectos frutales y frijol.

MANEJO Y GESTIÓN:

Existen acuerdos comunitarios para el uso de los recursos naturales y el bosque especialmente. Se otorgan permisos de aprovechamiento forestal no comercial, que son solicitados ante la Asamblea de las Juntas de Acción Comunal. A su vez, se prohíben las quemas, fumigación con químicos en la etapa de limpia del café y caza de animales. Otras estrategias se ligan a la imposición de multas por árbol talado con un impuesto de $20 000 COP y la siembra de cinco arboles por individuo aprovechado, que es gestionado por los comités de conciliación y ambiental de deforestación y quemas. Algunas veredas han delimitado áreas de reforestación y restauración, áreas de conservación en acueductos veredales y zonas de disposición de basuras.

Un ejemplo de movilización social, se dio en el año 2014, cuando se formuló participativamente el "Plan de Desarrollo Sustentable corregimiento de Las Hermosas 2015-2030" que contiene la ruta para promover y gestionar desde la educación, la investigación y conservación de la biodiversidad, hasta el pago por servicios ecosistémicos, entre otros, (ASOHERMOSAS, 2014).



Figura 3. Acuerdos y estrategias de autogobierno para la gestión y uso de los recursos naturales. Estos acuerdos son discutidos en las Asambleas comunitarias donde participan las familias en cada una de las 28 veredas. Fuente: elaboración propia, 2018

REFERENCIAS:

Asociación ambientalista de las Hermosas –ASOHERMOSAS, Pontificia Universidad Javeriana. (2014). Plan de desarrollo sustentable corregimiento de Las Hermosas 2015-2030. Municipio de Chaparral – Tolima. 71 p.

CORTOLIMA. (2005). Proyecto plan de ordenación y manejo de la cuenca Hidrografía mayor del Rio Saldaña cuenca Amoyá. Convenio CORTOLIMA, Sena, Universidad del Tolima.

CORTOLIMA. (2018). Subdireccion de Planeación y gestión tecnológica - CORTOLIMA. Respuesta DERECHO DE PETICION: radicado 136558 del 6/07/2018 por Claudia Alvarez.

Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash., Larigauderie, A., Adhikari, JR., Arico, S., Báldi, A., Bartuska, A., Baste, IA., Bilgin, A., Brondizio, E., Chan, KM., Figuero, VE., Duraiappah, A., Fischer, M… (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. Current Opinion in Environmental Sustainability, 14, 1-16.

IDEAM. (1990 - 2016). Mapas de Bosque no Bosque. Recuperado el 20 de mayo de 2018 de http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas

IDEAM.(2000-2012). Mapas de cobertura cuenca del rio Amoyá. Recuperado el 20 de mayo de 2018 de http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas

3.4 Trade off entre servicios ecosistémicos y conflictos ambientales

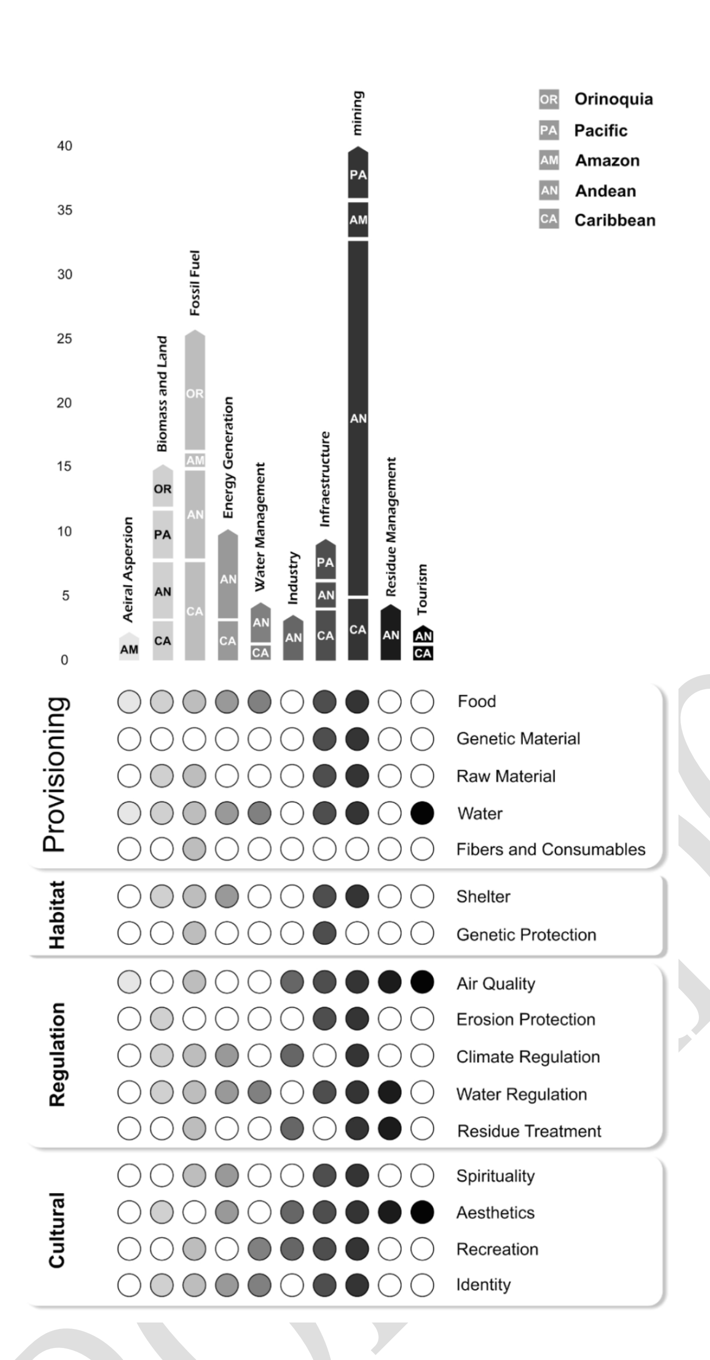
Los servicios ecosistémicos, las contribuciones de la naturaleza, son la base del bienestar humano, y son valorados desde diferentes perspectivas, que pueden generar discrepancias, las cuales cuando no se dialogan, terminan siendo la base de conflictos ambientales. Rincon et al 2019a, analiza esta relación entre servicios ecosistémicos y conflictos ambientales asociando estos según sus impactos y ubicación geografía (ver figura XX).

La figura XX relaciona a) 125 conflictos ambientales en Colombia (tomado del Environmental Justice Atlas) con b) los diferentes servicios ecosistemas impactados y c) según la zona

geografía donde ocurrio (Orinoquia, pacifico, Amezonia, Andes, Caribe). Los resultados principales evidencian que las actividades productivas que más generan conflictos ambientales son la minería (principalmente oro), la extracción de petróleo y carbón y la extracción de biomasa (agroindustria y explotación de madera), de otro lado los servicios ecosistémicos más afectados fueron regulación y provisión hídrica, y alimento. Las regiones donde se dan más frecuentemente estos conflictos son la región andina y el caribe. Los conflictos aquí descritos generaron que Colombia durante un tiempo fuera el país con mayor número de conflictos ambientales en el mundo.

De seguir el aumento de conflictos ambientales, los puntos de insostenibilidad serán cada vez mayores, pues las comunidades vulnerables son las que sufren en mayor medida la perdida de bienestar generada por los impactos en servicios ecosistémicos pues son las más dependientes de la naturaleza. Las decisiones que tienden a primar grandes inversiones que aportan al crecimiento, por encima de una visión de sustentabilidad, tienden a abrir cada vez más brechas con las comunidades locales, dada su dependencia de los ecosistemas, no solo en términos de beneficios estrictamente materiales, sino en sus modos de vida y sus estructuras culturales (Rincòn et al 2015).

Rincón et al 2019, plantea sin embargo como las salidas basadas en la organización y el empoderamiento local, han sido buenos caminos para una mejor toma decisiones, sobre todo más incluyente. En el 20% de los casos analizados las comunidades lograron negociar sus puntos de vista y reclamos a partir del dialogo (Rincòn et al 2015, 2019b).   De allí la importancia de generar acuerdos entre los actores en pro de consolidar mecanismos de participación efectivos de acción colectiva, para una mejor gestión de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos, sin esto los conflictos ambientales asociados a servicios ecosistémicos seguirán aumentando (Rincón et al 2015). Dentro de la investigación de Rincòn et al 2019, se señala como el marco de servicios ecosistémicos, puede dar insumos importantes para el tratamiento de conflictos ambientales, a partir de una valoración más plural, en análisis de trade off entre servicios ecosistémicos y por sobre todo la inclusión.



3.5 Brechas de Conocimiento

El estado de las contribuciones de la naturaleza para la gente en Colombia ha estado representada en tres niveles de información principalmente. Primero, se tiene información generada a nivel nacional por los institutos de investigación tales como el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Segundo, existe información académica publicada en revistas indexadas en SCOPUS, producto de investigaciones realizadas por universidades principalmente. Finalmente, existe información muy puntual sobre estudios de caso.

En la búsqueda de información académica publicada en revistas indexadas en SCOPUS relacionada con las contribuciones de regulación, se encontró que se tiene más de 500 publicaciones relacionadas con la regulación de peligros naturales y eventos extremos estudiados como el papel de los ecosistemas en moderar el impacto a inundaciones, tormentas, deslizamientos, sequías, olas de calor y fuego. La regulación de calidad de aire y la regulación de cantidad de agua son otros NCP que se están reportando con 228 y 284 publicaciones respectivamente. Para los NCP formación, protección y descontaminación de suelos y sedimentos, la polinización y dispersión de semillas y otros propágulos, la regulación del clima, la regulación de la calidad del agua dulce y costera y la regulación de organismos perjudiciales para los humanos se ha generado relativamente poca información (88 estudios). Los NCP que no han sido estudiados son la creación y mantenimiento de hábitat y la regulación de la acidificación del océano (un estudio reportado).

En la búsqueda de información académica publicada en revistas indexadas en SCOPUS relacionada con las contribuciones materiales se encontró que se en promedio 1.686 publicaciones para los NCP energía y alimento. Para los recursos medicinales, bioquímicos y genéticos se reportan en 605 publicaciones, en contraste para materiales y asistencia no se reporta ninguna publicación.

En la búsqueda de información académica publicada en revistas indexadas en SCOPUS relacionada con las contribuciones no materiales se encontró muy poca información. Sólo 20 publicaciones relacionadas con experiencias físicas y psicológicas. Mientras que los NCP de aprendizaje e inspiración e identidades de apoyo se encontraron 4 y 5 estudios publicados, respectivamente. Por último, para el caso de mantenimiento de opciones, no se reportó ningún estudio publicado.

Capítulo 4. Motores directos de transformación y pérdida de biodiversidad

Coordinadores: Germán Forero, Nicolás Pinel.

Autores: Nicola Clerici, Silvia López, Luis Fernando Molina, María Carolina Pinilla, Héctor Felipe Ríos, Adriana Sánchez, Clara Inés Villegas, Juan Camilo Villegas.

Autores contribuyentes: Luis Chasqui, Mario Rueda.

Resumen ejecutivo

Este capítulo busca presentar el estado actual sobre las tendencias de los motores directos de las transformaciones de la biodiversidad y las contribuciones de la naturaleza en Colombia. La identificación de los motores directos constituye el primer paso en el reconocimiento de los principales procesos transformadores, permitiendo la priorización de las acciones que velen por la preservación de la integridad ecosistémica.

Los motores de transformación de la naturaleza se entienden como aquellos factores detrás de los cambios observados en el estado actual de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Los motores pueden ocasionar efectos de detrimento, como sería el caso de la deforestación o la contaminación. No obstante, existen también motores que ocasionan transformaciones positivas con relación a las tendencias predominantes, o con relación a la línea base de las observaciones.

Los motores de transformación pueden provenir de fenómenos naturales (oscilaciones climáticas, inundaciones, tormentas, avalanchas, etc.). La gran mayoría de los motores de transformación considerados en este capítulo surgen de acciones humanas, es decir, motores antropogénicos (deforestación, sobre-explotación, etc.).

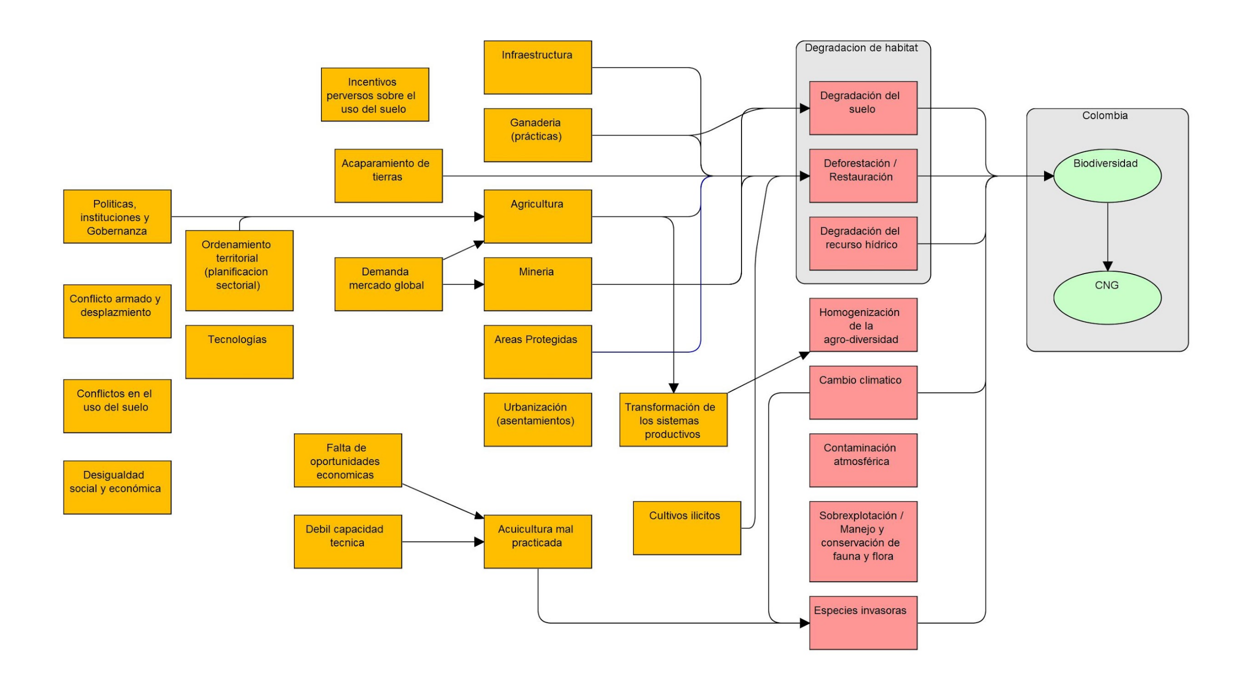


Figura 1. Relación entre los motores directos e indirectos de transformación de la biodiversidad y las contribuciones de la naturaleza.

Los motores de transformación son impulsados por actividades específicas. Estas son aquellas actividades económicas o culturales cuyos resultados representan instancias del motor correspondiente. Por ejemplo, el motor de transformación denominado deforestación es impulsado en Colombia por actividades tales como la potrerización de áreas boscosas, la explotación directa de recursos madereros, la expansión de la frontera agrícola, entre otras.

Finalmente, los motores de transformación pueden separarse entre motores directos e indirectos. Los primeros son aquellos con impacto directo en el estado de la biodiversidad. Los segundos son factores asociados con modelos de gobernanza, paradigmas culturales, o fuerzas externas a los ecosistemas tales como las presiones de los mercados internacionales, entre otros, que promueven o viabilizan las actividades resultantes en motores directos. En este capítulo se exploran específicamente aquellos motores con impactos directos. Los motores indirectos, y sus conexiones con los motores directos, se exploran en el Capítulo 7.

1. MARCO CONCEPTUAL

2. MOTORES DIRECTOS

2.1 MOTORES NATURALES

2.2 MOTORES ANTROPOGÉNICOS

2.2.1 DEGRADACIÓN Y RESTAURACIÓN DE HÁBITAT

DEFORESTACIÓN

Según la FAO (2010) en el periodo 1990-2010 Colombia ha experimentado una tasa de deforestación anual del 0,2%. Las actividades principales que representan motores de deforestación son: expansión de la frontera agropecuaria, especulación de tierras, colonización y cultivos ilícitos - *Erythroxylon coca* y *Papaver somniferum* (Armenteras et al., 2013; Etter et al., 2006; Davalos et al., 2001). Adicionalmente, otras causas relevantes son la minería ilegal, construcción de infraestructura y áreas urbanas y consumo de leña (González et al., 2011; Armenteras et al., 2006). Los incendios acompañan a menudo la conversión de bosque a no bosque.

González et al. (2011) identifican cuatro grandes grupos de actores fundamentales en el análisis de los procesos de transformación del bosque: Agricultores, Ganaderos, Actores armados y Empresas mineras.

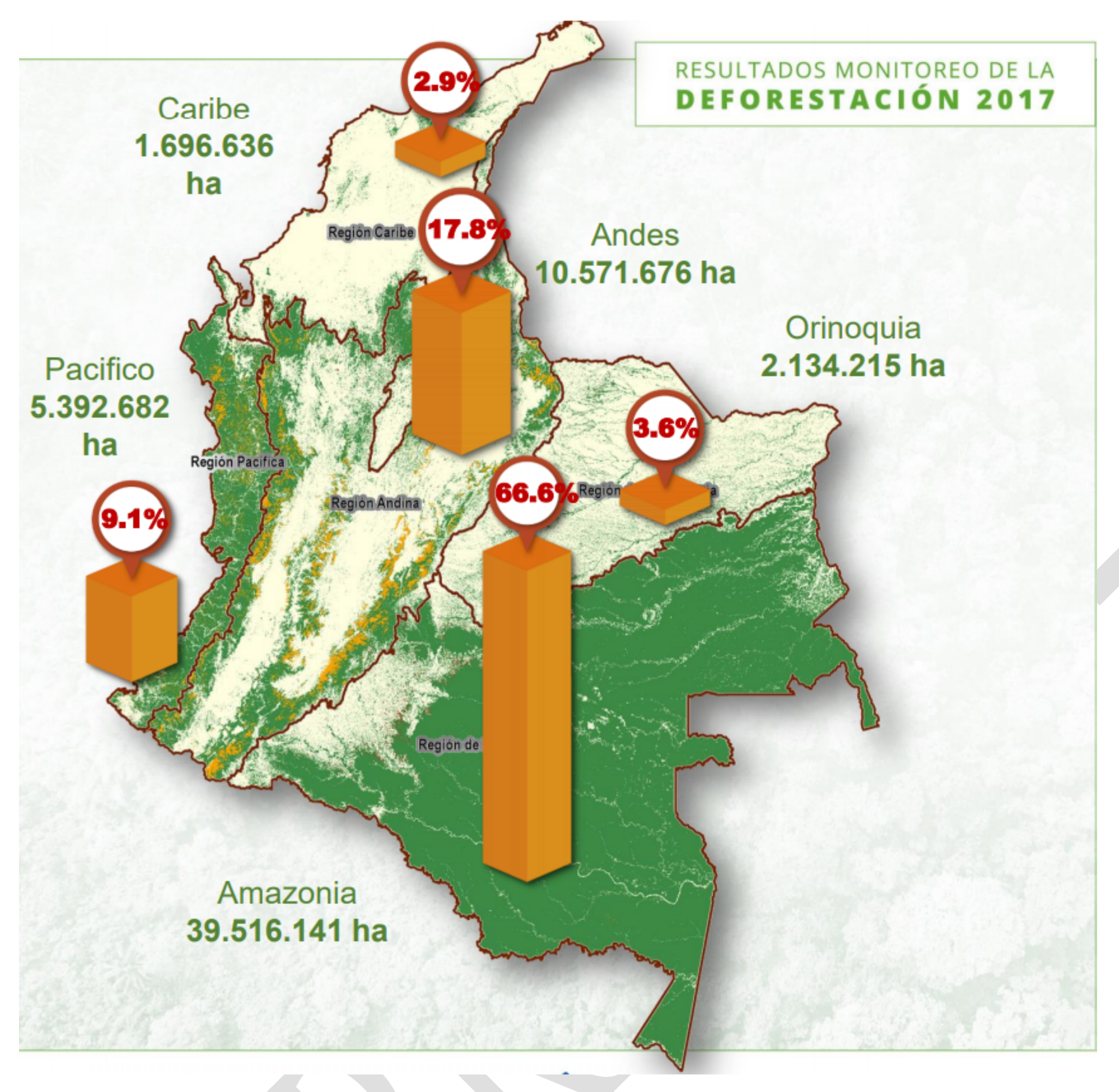
Lo agricultores, que representan un gran porcentaje de la población activa de trabajadores en las amplias zonas rurales de Colombia, operan como empresas, agricultores de subsistencia o agricultores de cultivos ilícitos. Los ganadores son agentes dedicados principalmente a la ganadería extensiva de bovinos. Varios artículos reportan como para ampliar sus terrenos los ganaderos adquieren tierra ilegal de colonos. Asociado a este fenómeno se estructura también la especulación de tierras. La presencia de bovinos representa una prueba del uso de la tierra, con la perspectiva de especular y vender en el futuro a un mayor precio o en el largo plazo lograr la formalización de propiedad. Los actores armados son agentes importantes en la determinación del flujo de personas en el territorio, limitando o magnificando las dinámicas locales de deforestación. Las acciones de estos agentes están especialmente asociadas con cultivos ilícitos y con el ‘otorgamiento de permisos’ a campesinos locales para deforestar e

iniciar actividades agropecuarias. Las empresas mineras representan un motor indirecto de deforestación, debido a la abertura de vías de comunicación en zonas remotas facilitando la entrada de colonos y otros agentes deforestadores.

Las dinámicas de deforestación ilegal, especialmente evidentes en las fronteras agropecuarias, son acompañadas por una debilidad estructural por parte del estado colombiano en hacer presencia en el territorio.

En el 2017 alrededor del 52% de la superficie terrestre de Colombia estaba cubierta por bosques naturales (IDEAM, 2018), correspondiente a unas 59,311,350 hectáreas de bosque natural. El instituto IDEAM reporta en el mismo documento las cifras de deforestación anuales en Colombia: en 2017 se registró una pérdida de 219,973 hectáreas de bosque, con un incremento del 23% respecto a las cifras del 2016 (178,597 ha;). Más del 80% de esta deforestación se concentró en seis departamentos: Caquetá (primero con el 27,6%), Guaviare, Meta, Antioquia, Putumayo, Chocó y Santander. El 65,5% de la deforestación se registró en la Amazonía biogeográfica. La salida de las FARC de varios territorios de Colombia después del acuerdo de paz ha acompañado el incremento de actividades de deforestación ilegal.

Para el año 2017 la deforestación en áreas del Sistema de Parques representó alrededor del 5% del total nacional (12.417 ha), concentrándose en los PNN Sierra de la Macarena, Tinigua, Paramillo, Cordillera de los Picachos, La Paya y la RNN Nukak (IDEAM, 2018).



Deforestación en el año 2017 en Colombia (ha), por grandes regiones (crédito datos e imagen: IDEAM, 2018).

Aunque menor por extensión con respeto al bosque húmedo tropical, que representa el ecosistema forestal más convertido, el bosque seco tropical (BST) ha sido reportado como una tipología forestal ampliamente amenazada y transformada (García et al., 2014), representando un ecosistema estratégico con prioridad para la conservación. Los mismos autores indican que se convirtió o degradó casi el 80% de la extensión original del BST en Colombia. Recientes estimaciones reportan que solo el 8% (720,000 ha) de la cobertura original de BST (circa 9 millones de ha) es presente hoy día en Colombia y resulta distribuido en mosaicos de paisajes altamente heterogéneos y fragmentados (González et al., 2018). Solo el 5% del BST remanente es incluido en áreas protegidas. Los procesos de conversión y degradación del BST pueden llevar en algunas regiones a fuerte erosión de suelos y a desertificación, con amplia pérdida de los SSE asociados a este tipo de bosque.

El páramo representa otro ecosistema estratégico para Colombia, debido especialmente a los SSE hídricos de regulación y provisión asociados. Los motores antrópicos de cambio y degradación de este ecosistema se relacionan mayoritariamente a actividades de ganadería y agricultura (principalmente papa), y en menor parte a minería, construcción de obras y cacería (Vargas Ríos, 2013). El fuego representa a menudo el medio que acompaña la conversión y degradación de este ecosistema. Ulterior amenaza se presenta cuando los disturbios antrópicos bajan hacía el subpáramo y el límite superior del bosque altoandino, representando potenciales motores de conversión de estos ecosistemas a páramo, proceso denominado *paramización*.

Junto con la deforestación, la *degradación* de bosque es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad y emisiones de carbono (Budiharta et al., 2014). El IDEAM define la degradación forestal como "*reducción persistente en los contenidos de carbono almacenados en bosques que pueden estar asociados con un decrecimiento sostenido y medible del dosel del bosque y/o del número de árboles por hectárea, siendo siempre el porcentaje de cobertura de bosque mayor al 30%"* (Galindo et al., 2011).

Entre las causas directas de este fenómeno se señalan: i) tala selectiva ilegal, ii) incendios forestales e iii) pastoreo en bosques (Armenteras et al., 2016; Honosuma et al., 2012; Kissinger et al., 2013). Según Pearson et al. (2017) un porcentaje mayor al 85% de la degradación forestal en Colombia es debido a tala selectiva (por un equivalente de 15-50 $MgCO_2$/año), y el porcentaje restante corresponde a recolección de leña, incendios y pastoreo en bosque. Aristabazal (2010) reporta que se extraen aproximadamente 10.2 millones de m^3 de madera de bosques naturales, de los cuales el 83% es para fines energéticos, principalmente uso doméstico. Armenteras et al. (2018) señalan que este consumo se debe a que aproximadamente el 55% de la población rural y en menor parte la población en áreas periurbanas (datos DANE) depende de la leña como importante fuente energética.

Los fuegos inducidos puedes representar una acción de disturbio importante a nivel ecosistémico, alterando las relaciones entre organismos (p.ej. competencia inter-especifica) y los procesos biogeoquímicos en el ecosistema, como el ciclo de nutrientes (Budiharta et al., 2014). Sin embargo, en Colombia hay un déficit de información sobre los efectos ecológicos del fuego en las formaciones forestales y otras coberturas naturales. Los incendios en Colombia son mayoritariamente asociados a prácticas de gestión para abrir nuevos terrenos (roza y

quema) y para manejo de pastos y cultivos (Armenteras et al., 2018). Las zonas más afectadas por incendios se sitúan en Los Llanos Orientales, piedemonte del Caquetá y Caribe respectivamente (Armenteras-Pascual et al., 2011). Importante señalar como el cambio climático representa una amenaza adicional por magnificar potencialmente intensidad y frecuencia de los incendios.

La práctica de pastoreo en bosque produce degradación en gran parte por el efecto compactador del ganado (pisoteo), el cual dificulta la radicación de nuevos individuos, produce daños a las estructuras radicales y superiores de las plantas, y facilita la invasión de especies no nativas (Vargas, 2011). Por ende, el pastoreo en bosque, asociado a menudo a prácticas de ganadería extensiva, resulta particularmente importante en las interfaces entre bosque y pastos, afectando especies vegetales, animales y suelos. Las plántulas de árboles presentes en esta interfaz pueden resultar particularmente afectadas (Armenteras et al., 2018).

A escala regional la degradación se está materializando en la alteración de la estructura y homogeneidad espacial del paisaje, produciendo impactos ecológicos a las metapoblaciones establecidas en ese territorio, i.e. ruptura/alteración de corredores biológicos, alteración de flujo genético, aislamiento ecológico, etc. (Clerici et al., 2018).

GANADERÍA

La ganadería aporta aproximadamente el 1,4% del PIB y 6% del empleo nacional (Fedegán, 2017) e influye sobre la forma y usos de la tierra en el territorio colombiano (Bustamante et al., 2018). Geográficamente tiene gran cobertura en el territorio nacional con 31 millones de hectáreas con pasturas que representan el 77% de la frontera agropecuaria y el 27% del área continental (Espitia et al 2018). Durante los siglos XIX y XX grandes extensiones de bosques nativos fueron talados y convertidos en pastos para ganadería. Adicionalmente, aproximadamente el 45% de los ecosistemas nativos fueron transformados en el siglo XX y que entre el 2005 y el 2010 el 56% de la deforestación nacional terminó en pastos para ganadería (Lerner et al 2017). La conversión de ecosistemas nativos a pastos ha sido usada como estrategia productiva, de control del territorio y de especulación con el precio de la tierra (Van Ausdal 2009 citado por Lerner et al 2017, Chadid et at., 2015, Dávalos et al. 2014, Hoffman et al., 2018)

La ganadería como motor de cambio ha influido en la transformación de coberturas vegetales en la mayoría de las regiones del país incluyendo valles interandinos, sabanas tropicales húmedas y secas, así como planicies costeras (Lerner et al 2017). La ganadería es una de las principales causas de deforestación en la Amazonía, de la conversión de las sabanas de los llanos Orientales (Etter 2006 citado en McAlpine et al 2009) y la conversión de humedales en la región Magdalena – Cauca (Ricaurte et al 2017). Para el 2014, casi el 36% de la ganadería se concentraba en Antioquia, Córdoba, Casanare y Meta (Censo Nacional Agropecuario, 2014)

Según el modelo conceptual propuesto por McAlpine et al. (2009), la demanda de productos asociados con la ganadería se atiende a través de dos estrategias de producción: aumento del área dedicada a la ganadería e intensificación de la producción; estrategias que implican deforestación y conversión de ecosistemas. El modelo de producción predominante en Colombia es la ganadería extensiva; la intensificación, en proyectos como los de ganadería silvopastoril, puede darse si se incrementa la demanda nacional e internacional en el futuro. En Colombia ya se adelantan varias iniciativas en esta área (Leon-Escobar, 2011; TNC?).

Las transformaciones de los ecosistemas nativos asociados con estas dos estrategias productivas tienen consecuencias sobre los equilibrios ecológicos locales (impactos sobre las funciones y servicios ecosistémicos a nivel regional) y globales (cambio climático) (McAlpine et al, 2009). Los efectos más importantes asociados con la transformación de las coberturas vegetales asociadas a la ganadería son la destrucción de hábitats e introducción de nuevas especies vegetales no nativas con impactos sobre la biodiversidad (Chaves and Arango, 1998; Chaves and Santamaría, 2006 citados en McAlpine et al 2009), la alteración de ciclos biogeoquímicos (Steinfeld and Wassenaar, 2007), la intensificación de la erosión (McAlpine et al 2009), la degradación del suelo (Martínez et al 2014), el incremento en las demandas de agua y energía, la emisión de gases de efecto invernadero (Phalan et al. 2011b , Hobbs et al. 2006 citados en Lerner et al 2017, McAlpine et al., 2009 Bustamante et al., 2018), deterioro en la calidad del agua hasta la alteración de funciones ecosistémicas con sus consecuencias para la provisión potencial de servicios ecosistémicos (McAlpine et al, 2009).

El crecimiento poblacional con su consecuente consumo de productos asociados con la ganadería, así como la especulación en el valor de la tierra y los beneficios asociados por la acumulación de la misma (Dávalos et al., 2014) supone una amenaza para los bosques y otros ecosistemas naturales. Dada la amenaza que la ganadería extensiva impone sobre los

ecosistemas naturales en la mayor parte del país es necesario avanzar en la implementación de estrategias de ganadería sostenible. En esa dirección McAlpine et al (2009) proponen la intensificación sostenible como una manera de optimizar la producción ganadera dadas unas cantidades fijas de insumos (área destinada a la ganadería y uso de otros recursos) minimizando el impacto ambiental, incrementando el flujo de bienes y servicios ecosistémicos y mejorando la resiliencia. Los autores señalan que esta intensificación sostenible puede ser alcanzada a través de dos estrategias complementarias: *land-sparing* and *land-sharing*. *Land-sparing* se basa en la idea que intensificando la producción en una zona es posible dejar áreas libres para conservación en otras zonas. Sin embargo, esta aproximación puede generar mayores tasas de deforestación dado un posible incremento en la rentabilidad de la ganadería con incrementos en la producción ganadera. Lo anterior puede llevar a disminuciones de precio de los productos que incrementaría a su vez las demandas por lo mismo aumentando la presión por nuevas áreas dedicadas a la actividad económica (McAlpine et al 2009). El enfoque de Land-sharing se basa en la idea de que es posible tener provisión de servicios ecosistémicos en zonas dedicadas a producción agrícola o ganadera a través de esquemas de producción como los sistemas silvo-pastoriles.

Aunque se ha reconocido la importancia de la reconversión hacia prácticas ganaderas más compatibles con la provisión de servicios ecosistémicos, existe insuficiencia en la operatividad de incentivos de varios tipos para acelerarla hacia una mayor eficiencia ambiental (Bustamante et al 2018). Es necesario además adelantar estudios para identificar, con base en características biofísicas y socio-económicas, cuáles zonas del país son más apropiadas para el desarrollo de la actividad ganadera y de restauración ecológica. Es necesario además el fortalecimiento de capacidades tecnológicas, institucionales y humanas para la implementación de prácticas productivas más sostenibles.

AGRICULTURA

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario (2014) Colombia tiene cerca de 22 millones de hectáreas que tienen potencial de uso agrícola, de las cuales solo 2.078.094 se han desarrollado para la producción (PNUD, 2011). (Colombia tiene 43.1 millones de hectáreas aptas para la agricultura de las cuales tiene cultivadas 7.1 millones (Censo Agropecuario, DANE 2014).

Durante el 2017 la tasa de crecimiento del sector agrícola fue superior al del resto de la economía y generó 182.000 nuevos empleos en el país (Flórez et al 2018). Lo anterior tiene

relación con la dinámica del área destinada para la producción agrícola y pecuaria, así como la eficiencia en la producción en dichas áreas. La producción agrícola se distribuye de manera diferenciada en las regiones del país. Los departamentos que tienen mayor proporción de su territorio en uso agrícola son Caldas, Córdoba, Arauca y Casanare (mayor al 70%), mientras que Amazonas, Vaupés, Guaina, Guaviare y Choco son los departamentos con menor proporción de su territorio en actividades agrícolas (menores a 15%) y son, en su mayoría, declarados territorios étnicos. Caldas, como el departamento con mayor proporción de su territorio en actividad agrícola, destina la mitad de este territorio a actividades netamente agrícolas, mientras que Córdoba, Casanare y Arauca destinan tan sólo un 20, 7 y 5% respectivamente. Caldas y Cauca son los departamentos que menos dejan descansar la tierra para uso agrícola, mientras que Cundinamarca y La Guajira tienen alrededor de un 50% de la tierra agrícola en descanso.

La mayor parte de los cultivos permanentes está en las regiones Central, oriental y pacífica siendo los cultivos con mayor participación de cultivos permanentes en el país la palma de aceite, el café, frutales y cacao. Las regiones con mayor representatividad en cultivos transitorios son la atlántica y la oriental siendo el arroz el cultivo transitorio con mayor área sembrada en el país. Tanto el área sembrada en cultivos permanentes como en cultivos transitorios aumentó en el país. Lo anterior tiene implicaciones sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Tabla 1. Producción agrícola de cultivos en el país. (Fuente: Flórez et al 2018)

		Cultivos permanentes			***Cultivos transitorios***		
Región	***Dptos***	***Grupo de Cultivo***	***Representación 2017 (%)***	***Crecimiento del área sembrada entre 2016 y 2017***	***Grupo de Cultivo***	***Representación 2017 (%)***	***Crecimiento del área sembrada entre 2016 y 2017***
Atlántica	Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira,	**Total**	**11,6**	**4,3**	**Total**	**25**	**13,6**
		Palma de aceite	5,6	2,4	Arroz	8	-1,5
		Cacao	0,7	5,1	Otros cereales	14	17,8

	Magdalena, Sucre	Café	1,7	0,5	Hortalizas, legumbres, tubérculos	2	48,9
		Frutales	1,8	7,9	Otros transitorios	1	37,3
		Otros permanentes	1,9	10			
Oriental	Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander	**Total**	**28,2**	**4,4**	**Total**	**27**	**9**
		Palma de aceite	10,5	3,7	Arroz	8	8
		Cacao	2,7	6,2	Otros cereales	7	5,5
		Café	3,7	0,5	Hortalizas, legumbres, tubérculos	12	12,5
		Frutales	4,4	6,8	Otros transitorios	1	-0,3
		Otros permanentes	6,9	5,4			
Central	Antioquia, Caldas, Caquetá, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima	**Total**	**32,5**	**2,8**	**Total**	**19**	**1,3**
		Palma de aceite	0,1	-0,1	Arroz	8	0,9
		Cacao	1,6	8,4	Otros cereales	6	3,2
		Café	16	0,5	Hortalizas, legumbres, tubérculos	4	0,8
		Frutales	5,3	7,6	Otros transitorios	0	-12,7
		Otros permanentes	9,5	3,1			
Pacífica	Cauca, Chocó, Nariño y Valle	**Total**	**21,8**	**3,6**	**Total**	**10**	**12,1**
		Palma de aceite	0,7	14,9	Arroz	2	2,4
		Cacao	1	10,9	Otros cereales	4	12,6
		Café	5,8	0,5	Hortalizas, legumbres, tubérculos	5	15,1

		Frutales	2,5	6,1	Otros transitorios	0	10,9
		Otros permanentes	11,9	3,5			
Otros departamentos	Amazonas, Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Putumayo, San Andrés y Providencia, Vaupés, Vichada	**Total**	**5,9**	**5,8**	**Total**	**19**	**16,3**
		Palma de aceite	2,6	-0,1	Arroz	15	11,3
		Cacao	0,9	7,3	Otros cereales	3	48,0
		Café	0,1	0,5	Hortalizas, legumbres, tubérculos	1	11
		Frutales	0,4	28,6	Otros transitorios	0	56,6
		Otros permanentes	1,8	10			

Los cambios en el uso de la tierra derivados de las actividades de la agricultura constituyen una de las principales causas de la deforestación en el territorio nacional (González et ál, 2011). Esto confirma que la expansión de la frontera agropecuaria es uno de los factores que tiene una alta incidencia en la deforestación, algunos estudios han llegado incluso a estimar su magnitud en un 73,3 % (DNP 2007).

El cambio de uso del suelo en los Andes de Colombia es muy dramático; aunque el país tuvo una ganancia neta de vegetación leñosa entre el 2000 y 2014, también es el país con mayor pérdida de vegetación de este tipo (Aide et al. in rev). La pérdida de bosques entre 1000-1500 m se debe a un aumento en las pasturas mientras que los aumentos en vegetación por encima de 1500 m están asociados a una mayor cantidad de cultivos de café de sombra (Rueda and Lambin 2014, FNC 2017) y más proyectos silvopastoriles (Calle et al. 2012). Sin embargo, algunas de las áreas que habían aumentado en cobertura leñosa se han vuelto a transformar en áreas agrícolas y pecuarias. Esto puede estar relacionado con mayores inversiones en agricultura luego del Acuerdo de Paz. Este aumento en deforestación es particularmente evidente en el ecotono entre Andes y Amazonia (Clerici et al., 2018).

Los problemas de deforestación asociados a las actividades agrícolas conllevan grandes retos para el país pues algunos sistemas biofísicos que proveen servicios ecosistémicos

fundamentales para el desarrollo rural ya presentan señales de afectación casi irreversible (DNP, 2014). De tal manera que, para modificar las trayectorias negativas de los elementos fundamentales que provee la naturaleza para los habitantes del campo y sus sistemas productivos, y lograr que la enorme ventaja comparativa con la que cuenta el país con base en su biodiversidad y servicios ecosistémicos se convierta en una verdadera ventaja para los pobladores rurales, se requiere superar al menos las siguientes situaciones críticas y cuellos de botella.

1. Afectación del agua y los servicios ecosistémicos hidrológicos

Colombia es uno de los países con mayor oferta hídrica natural del mundo, sin embargo, esta no está distribuida homogéneamente entre regiones y se encuentran zonas con mucha abundancia mientras que en otras hay escasez (IDEAM, 2015a). Esto se debe a la alta variabilidad espacial y temporal, pero también a la afectación humana del recurso que incide de manera negativa sobre su disponibilidad. Por ejemplo, en los indicadores EPI 2014, nuestro desempeño en manejo del tratamiento de aguas servidas es altamente deficiente (puesto 104 entre 178 países). La valoración inadecuada del agua incide también para que no haya un uso sostenible del recurso. Otros aspectos negativos de la gestión del agua son la baja coordinación institucional, la dispersión de las funciones (planeación, administración, seguimiento, legislación, entre otras), la heterogeneidad de criterios en la aplicación de la normatividad y la falta de protocolos y guías que unifiquen la implementación adecuada y armonizada de la normatividad (MADS, 2010).

El gran potencial que tiene Colombia en los recursos hídricos subterráneos, no está suficientemente explorado y conocido. Aunque se han estudiado algunos sistemas acuíferos, el desconocimiento de la reserva subterránea es general para todo el país. Avanzar en el estudio de estos sistemas es particularmente crítico en las subzonas hidrográficas ubicadas en las áreas hidrográficas Caribe y Magdalena-Cauca donde el ENA 2014 (IDEAM, 2015a) destaca que se presentan las mayores presiones en la oferta y además las mayores restricciones por los índices de aridez y de regulación hídrica[210], así como niveles de contaminación.

2. Degradación de suelos

En Colombia los suelos son tan diversos como frágiles, condición incrementada por causas naturales y antrópicas como la expansión urbana en áreas rurales, uso de productos químicos, deforestación e incendios, labranza convencional, tránsito de maquinaria y animales y riego intensivo, entre otros. El 40% del territorio nacional tiene erosión, presentándose en grado

severo y muy severo en cerca del 2.9% de la superficie con el horizonte superficial destruido y pérdida de funciones del suelo; erosión moderada en 16.8% del territorio y ligera en el 20% (MADS, 2015). Esto puede ser explicado por la falta de conocimiento y reconocimiento de los servicios ecosistémicos asociados y la falta de coordinación interinstitucional para la toma de decisiones. La falta de investigación en relación con el conocimiento de la problemática del suelo, sus características y alternativas de recuperación contribuyen a su degradación (DNP, 2014). La degradación del suelo, al igual que la afectación del agua, también está relacionada con la dispersión, falta de coherencia y vacíos en las normas y políticas públicas, y la falta de coordinación institucional en su formulación y aplicación, problemas críticos identificados en la formulación de la Política para la Gestión Sostenible del Suelo (MADS, 2015a).

3. Elevada y creciente vulnerabilidad de los sistemas rurales frente a la variabilidad y el cambio climático

La Estrategia de Adaptación del Sector Agropecuario a los Fenómenos Climáticos (MADR & DNP, 2015) concluye que la capacidad de respuesta adaptativa de los sistemas rurales frente al cambio climático, y frente a la gestión eficiente de los riesgos, está limitada por las deficiencias en la generación, disposición, acceso, uso y aplicación de información agroclimática.

El escaso ordenamiento de la producción asociada con los sectores agrícola y pecuario, y sistemas rurales en general, genera exposición y sensibilidad. La degradación y pérdida de ecosistemas que cumplen funciones de regulación hídrica, como los bosques, páramos y vegetación que protege nacimientos de agua y causes, disminuye la resiliencia del territorio aumentando la vulnerabilidad de los sistemas rurales. Los territorios de producción agropecuaria no están en zonas acordes a la vocación de usos del suelo y por lo tanto los sistemas productivos son ineficientes y no sostenibles.

Asimismo, el MADR y DNP (2015) señalan que los criterios con los que se diseñaron los instrumentos de ordenamiento territorial no responden a las necesidades que imponen el cambio climático y la variabilidad climática, en gran parte debido a que no hay clasificación agroclimática del territorio nacional ni de regiones particulares. Un conjunto importante de sectores no accede a instrumentos para la innovación, transferencia de tecnología, programas de educación y de asistencia técnica integrada que promuevan la planificación y el uso adecuado y sostenible del agua, el suelo y la agrobiodiversidad considerando el cambio antrópico del clima.

4. Ausencia de condiciones favorables para que el patrimonio natural se convierta en una oportunidad para el desarrollo rural local

En un país megadiverso como Colombia, aprovechar las oportunidades que el medio ambiente ofrece en el desarrollo rural, requiere repensar lo rural más allá de lo agropecuario y promover alternativas de desarrollo local a partir del uso del patrimonio natural. Ello requiere condiciones como la formación y organización comunitaria para la incubación de empresas, desarrollo de cadenas que se orienten a generar valor agregado a partir de la diferenciación del producto, educación ambiental, manejo de áreas boscosas por organizaciones comunitarias para uso sostenible los bosques, investigación participativa, entre otros.

Lo anterior demanda enfrentar cuellos de botella que diferentes iniciativas de política y técnicas ya han diagnosticado:

- Alta tasa de deforestación e inadecuada gestión de los bosques, debido a la deficiente y desarticulada institucionalidad para la gestión forestal y débil capacidad financiera; pérdida y degradación del patrimonio forestal; bajo nivel de productividad y competitividad del sector forestal; bajo desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación para la gestión forestal (MADS 2015b).
- Falta de reglamentación adecuada del PSA como el PSA hídrico. En el Decreto 953 de 2013 que lo reglamenta, se limita los pagos a un periodo de 5 años, después de los cuales la entidad territorial debe comprar el predio correspondiente. Esto impide que los productores agropecuarios quieran vincularse a programas de PSA ya que estarían en riesgo de perder sus predios y limita el interés de la autoridad, pues al final debe adquirir un predio que luego tendrá que administrar.
- Falta de apoyo y consolidación del uso de la biodiversidad nativa en beneficio de las comunidades rurales vulnerables. Existen pocas fuentes de financiación para que las comunidades locales y demás actores puedan acceder a tecnologías adecuadas para agregar valor a sus productos; a esto se añade el limitado acceso a la investigación e innovación y a estudios técnicos que sustenten las propiedades y características de los productos de la biodiversidad nativa para su inserción en el mercado. Por otro lado el nivel de representatividad en el sector es insuficiente, ya que no hay involucramiento de empresas consolidadas en las iniciativas y falta una cultura empresarial en los actores relacionados con los productos.
- El acceso a mercados que reconocen y retribuyen los esfuerzos hacia la sostenibilidad ambiental y social, continúa siendo inadecuado, y se debe principalmente a las

limitaciones en los procesos de producción y a la falta de información técnica y científica sobre los productos de la biodiversidad nativa que impide la agregación de valor y resulta en bajos precios y pocos beneficios.

- Falta de reconocimiento de la cultura campesina y apoyo a sus iniciativas de turismo, agroturismo y turismo rural, pues las acciones para el fortalecimiento de las comunidades campesinas aún son insuficientes.
- Los esfuerzos de fortalecimiento se enfocan en la construcción de infraestructura, fortalecimiento empresarial y el aumento en el número de turistas, pero dejan de lado la cultura, la naturaleza y las personas que habitan los territorios con vocación turística.
- Degradación de las pesquerías artesanales continentales, los ecosistemas y especies que las sustentan y falta de una institucionalidad fortalecida para apoyar el sector. Las tendencias decrecientes en la producción pesquera nacional, y la afectación negativa de muchas especies demandan la modernización institucional de la AUNAP, un sistema general de registro pesquero moderno, que cuente con información rápida y precisa, que facilite la gestión integral del sector frente a la promoción del desarrollo y a la conservación de los ecosistemas involucrados, así como la estandarización del protocolo para la toma de información (AUNAP & FAO, 2014). Además, se necesita coordinar acciones con otros sectores productivos como el minero, el hidroeléctrico y el agropecuario ya que sus intervenciones pueden desencadenar afectaciones irreversibles en los sistemas biofísicos que sustentan la pesca y en los procesos ecológicos necesarios para la generación del servicio ecosistémico (por ejemplo la afectación de las rutas de migración de las especies pesqueras por la construcción de infraestructura hidroeléctrica).

5. Adecuación de tierras

Los problemas de deforestación asociada a las actividades agrícolas también están asociados a la adecuación de tierras, ya que falta una institucionalidad funcional que oriente y facilite condiciones para el acceso y uso del agua en la producción agrícola, en busca de mejorar de la competitividad, la equidad y la sostenibilidad del sector. Los entes territoriales no participan como deberían, articulando la oferta institucional para el ordenamiento de cuenca, territorial, y productivo; no existe un órgano colegiado que asesore al MADR; no es claro el papel de las asociaciones de usuarios y su integración con otras organizaciones de productores y gremios; y no está claro en qué entidad recae el financiamiento y la ejecución, ni cómo se articulan los

sectores público y privado. Finalmente, no están definidas las instancias de participación de las comunidades usuarias de los DAT. Por otro lado, no existe una institución responsable de la investigación, transferencia de tecnología, procesos de formación y acompañamiento integrales, ni un ente técnico experto en infraestructura de riego, drenaje, y control de inundaciones. Aunado a lo anterior, están los problemas de acceso y propiedad de la tierra, así como los procesos sociales asociados a la reconfiguración del conflicto armado y de posconflicto

Para la revitalización de los sistemas y pobladores rurales en Colombia se debe mantener, y mejorar, el patrimonio de la Nación en materia de agua, suelos, biodiversidad y riqueza forestal, al tiempo que se gestiona el cambio climático y abordan los problemas de salud ambiental (DNP, 2014). El aprovechamiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos ofrece un amplio horizonte de posibilidades para diversificar la producción rural, dinamizar la economía, y fortalecer las culturas locales, conocimientos propios, los procesos asociativos locales y mejorar los espacios de convivencia, entre otros (ONU, 2014).

Garantizar un adecuado desarrollo rural requiere llevar a cabo medidas oportunas que modifiquen los patrones insostenibles sobre los que se está transformando el campo. Es indudable que el país ha avanzado en el conocimiento de su base biofísica, y a partir de ello se ha hecho explícito que la degradación ambiental tiene consecuencias negativas para el desarrollo, los sectores productivos y los modos de vida rurales que dependen de los servicios ecosistémicos (MADS y PNUD 2014). Por consiguiente, se deben realizar los mayores y mejores esfuerzos para recuperar y mantener estos servicios ecosistémicos esenciales para los sistemas rurales. Las estrategias de adaptación para reducir la vulnerabilidad en el campo ante este fenómeno, y los esfuerzos para disminuir las emisiones de GEI generadas por las actividades agropecuarias, se verán fortalecidas si se potencian las sinergias con la recuperación y conservación del agua y el suelo.

Asimismo, y considerando el potencial que hay en nuestro país para los emprendimientos productivos locales con base en la biodiversidad y sus funciones, es esencial establecer y consolidar sistemas productivos de este tipo, y crear programas que reconozcan la importancia de alinear de manera eficiente los intereses sociales de conservación de ecosistemas que prestan servicios valiosos, con las necesidades de mejoramiento de ingresos y productivo de los productores agropecuarios.

Finalmente, dadas las expectativas frente a la reforma rural integral que habría en un escenario de construcción de paz, es indispensable evaluar cuáles son las posibilidades que brinda el patrimonio natural para avanzar hacia un desarrollo rural que trascienda lo agropecuario y que considere de forma más estratégica las condiciones ambientales del país. En este aspecto es indispensable pensar en cuáles son las barreras a superar para, por ejemplo, que el desarrollo rural no se haga en detrimento de los bosques del país, o para que los habitantes rurales puedan ser protagonistas directos de esquemas de PSA, o para que las diferentes formas de turismo se puedan desarrollar de manera sostenible, una vez las condiciones de paz se hayan acordado (DNP, 2014).

URBANIZACIÓN

En Colombia los procesos de urbanización son impulsores de transformación y pérdida de la biodiversidad, reducción de las funciones de los ecosistemas y disminución de las contribuciones de la naturaleza a las personas a escala regional y local, debido a cuatro variables distintas.

1. **Procesos extractivos e industriales vinculados a materiales de construcción.** La extracción de arenas, arcillas, gravas y rocas destinadas a la industria de la construcción, impulsa la transformación y pérdida de ecosistemas terrestres y acuáticos, socavando sus servicios ecosistémicos. Sus efectos se evidencian fuera de las áreas urbanas, generalmente, a gran distancia de las ciudades. Las canteras —a las que se recurre en zonas de cordillera— arrasan con el suelo y la cobertura vegetal; destruyen el hábitat de diversas especies de fauna; modifican la geomorfología y destruyen el paisaje; fomentan la inestabilidad del terreno, la erosión y la remoción en masa; y además de fragmentar y modificar las dinámicas del recurso hídrico, lo contaminan (Garzón Tovar, 2013; Ramírez Rojas, 2008; Landinez Herrera, 2017; Minminas, 2013). La extracción del material de arrastre (arenas y gravas) que se deposita en lechos de ríos y quebradas —recurrente en zonas planas— altera la estabilidad del lecho; modifica la dinámica natural del cauce; fomenta la erosión y la estabilidad en las márgenes; desdibuja la morfología del cauce; afecta el nivel freático; contamina las aguas superficiales y subterráneas; interrumpe el flujo de aguas subterráneas; disturba la ictiofauna y los hábitats acuáticos (aspecto poco estudiado); incrementa la vulnerabilidad de los asentamientos establecidos en las márgenes y altera el paisaje (Minminas, 2013; Martínez Ortiz, 2017). De igual manera, la producción industrial de materiales, específicamente cemento y acero, impulsa la transformación y pérdida de los ecosistemas y la biodiversidad, limitando los servicios ecosistémicos que ellos generan y degradando la calidad de vida de las personas. Para fabricar

cemento se requieren piedra caliza, esquisto, óxido de hierro, yeso y puzolana, además, extraordinarias cantidades de energía, puesto que dichos materiales deben piro-procesarse en hornos a más de 1.500 grados centígrados. La extracción de materiales es un motor directo. La energía requerida, que proviene de hidroeléctricas y termoeléctricas, es un impulsor. Adicionalmente, las cementeras emiten grandes cantidades de CO_2, óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado (Laboratorio de Ingeniería Sostenible, 2010). En 2013 la industria cementera colombiana consumió más de 16 millones de toneladas de materiales, el 55%, se transformó en clinker, el 45% restante, se emitió en forma de CO_2, contaminante atmosférico que es motor directo de transformación y contribuye al cambio climático (Ríos Ocampo, et al., 2017). Por su parte, la producción de acero requiere materiales naturales, como mineral de hierro, carbón y caliza, en tanto su fundición exige altos hornos que funcionan a 1.600 grados centígrados, consumen enormes cantidades de energía y generan cuantiosas emisiones de CO_2, SOx, NOx y material particulado (Vásquez-Granados y Abarca-Guerrero, 2018). La producción de acero impulsa motores directos similares a los mencionados para las cementeras y, además, contribuye con el cambio climático: de acuerdo a la *International Energy Agency* la producción de hierro y acero en 2011 generó el 6.7% de las emisiones totales de CO_2 (Cadavid Marín, 2014). Conviene mencionar que en 2012 se produjeron en Colombia 1.2 millones de toneladas de acero (Restrepo Carvajal y Taborda Osorio, 2017). Por último, es importante subrayar que estos impulsores se desencadenan incluso en las mejores condiciones, porque son intrínsecos a la industria de la construcción. Para mermar su impacto es necesario fomentar el uso de materiales alternativos o reciclados (Roux Gutierrez et al., 2015; Marrero et al., 2013), y además, diseñar edificaciones, obras civiles e incluso ciudades bajo el concepto de ciclo cerrado de materiales (Wadel et al., 2010; Huang y Hsu, 2003; Tanikawa et al., 2015).

2. Dinamizadores del metabolismo urbano. Desde el enfoque del metabolismo urbano (Wolman, 1965; Kennedy et al., 2011) las ciudades requieren un flujo constante de materiales, energía y agua para su normal funcionamiento. La obtención de dichos dinamizadores está estrechamente vinculada con cambios de uso del suelo en grandes extensiones de tierra extraurbana, que se destinan a la agricultura, la ganadería, la minería, la producción de petróleo y la construcción de represas y embalses para la generación de energía eléctrica y el abastecimiento de agua potable. Adicionalmente, la conducción de materiales, energía y agua, desde los lugares de producción o concentración hacia las ciudades, requiere la construcción de infraestructuras para su movimiento. De manera que la obtención y conducción de los

dinamizadores del metabolismo urbano transforma, fragmenta y sobreexplota los ecosistemas, afectando la biodiversidad, los ecosistemas y los aportes de la naturaleza a las personas. *Materiales*. Aparte de los materiales requeridos por la industria de la construcción, las ciudades demandan enormes volúmenes de alimentos, lo que exige extensas áreas de cobertura vegetal dedicada al cultivo de especies vegetales y animales domesticadas—una contribución de la naturaleza a las personas que, no obstante, impulsa la transformación de los ecosistemas—. También se requieren materias primas para la industria manufacturera que elabora elementos de consumo o uso diario para los urbanitas, como vestuario, muebles, bebidas o licores, entre muchos otros, materias primas que se producen desde la agricultura, la silvicultura, la pesca y la minería. En 2010 ingresaron a Bogotá entre 2,8 y 2,9 millones de toneladas de alimentos no cárnicos (Díaz Álvarez, 2011; Alfonso y Pardo, 2014). En relación a los productos cárnicos y a las materias primas para la industria manufacturera no se encontró (hasta el momento) información precisa. *Energía*. Las ciudades colombianas se abastecen de dos fuentes básicas: energía eléctrica y combustibles fósiles. Bogotá consume cerca del 24% de la energía eléctrica producida en el país, estimada, para 2010, en 183.715.392 millones de BTU (Alfonso y Pardo, 2014; Pardo Martínez, 2015). Para el mismo año Bogotá consumió 575 mil toneladas de carbón; 671 mil toneladas de diésel; 674 mil toneladas de gasolina y 376 mil toneladas de gas natural (Díaz Álvarez, 2011). *Agua*. En Bogotá se realizó, en 2016, una provisión neta real de agua de 110 litros por habitante/día, o sea, 321.000 millones de litros de agua (Jiménez y Santana, 2017). Para reducir los efectos negativos de los dinamizadores del metabolismo urbano es prioritario disminuir el ingreso de materiales, energía y agua a las ciudades, estableciendo normativas urbanas y políticas públicas que fortalezcan la autonomía de las urbes mediante el fomento, subsidio o financiamiento de: i) agricultura urbana (Uzcátegui et al., 2017); ii) logística inversa y redes de valor de ciclo cerrado en la industria manufacturera (Govindan et al., 2015); iii) fuentes renovables para la producción de energía (Khare et al., 2016); iv) transición del parque automotor de las ciudades, desde la combustión interna hasta los sistemas híbridos, eléctricos o inteligentes (Nastasi et al., 2016); y v) aprovechamiento de las aguas pluviales urbanas (Molina-Prieto y Villegas Rodríguez, 2015; Molina-Prieto, 2015).

3. Externalidades urbanas. Dependiendo de características particulares como dimensión, extensión, población y nivel de desarrollo, cada ciudad o municipio genera un volumen específico de externalidades, es decir: residuos sólidos, residuos líquidos y emisiones atmosféricas. Tres motores directos de transformación y pérdida de los ecosistemas y la biodiversidad que deterioran los servicios que la naturaleza presta a las personas. *Residuos*

sólidos. En 2009 Bogotá generó 17 mil toneladas mensuales de escombros (Salgado Ramírez, 2009), de las cuales tan solo entre el 5% y el 10% se aprovecharon en procesos de reciclaje (Castaño et al., 2013). De otra parte, en 2013 se depositaron en el relleno Doña Juana 6.516 toneladas de residuos sólidos/día, el 52% proveniente de los hogares y el 42% de la industria manufacturera (Padilla y Trujillo, 2018). De esa cantidad solo se reciclaron 357 ton/día (Pardo Martínez y Alfonso Piña, 2015). En 2015 la producción sectorial de residuos sólidos en Bogotá fue estimada así: hogares 1,66kg/día/persona; sector comercial 1,36 kg/establecimiento/día; sector institucional 0,604 kg/establecimiento/día (Pardo Martínez y Alfonso Piña, 2015). *Residuos líquidos*. En 2014 Bogotá generó 223 millones de metros cúbicos de aguas residuales y cerca del 70% se vertió directamente al río Bogotá (Alfonso y Pardo, 2014). *Emisiones*. En 2010 Bogotá aportó a la atmósfera 4.759 kt de dióxido de carbono (CO_2); 1.301 kt de monóxido de carbono (CO); 2.149 kt de óxidos de nitrógeno (NOx); 34 kt de dióxido de azufre (SO2); 19 kt de material particulado; y 114 kt de hidrocarburos (CxHy) (Díaz Álvarez, 2011). Conviene señalar que para reducir estos motores de transformación y cambio se requieren políticas públicas y normativas urbanas que propendan por: i) formalizar el sector del reciclaje tanto de residuos sólidos como de escombros; ii) dar cumplimiento a la sentencia del Consejo de Estado para la de contaminación del río Bogotá, y aplicar sus principios fundamentales como modelo para la descontaminación de los ríos a nivel nacional; y iii) fomentar la transición del parque automotor de las ciudades, desde la combustión interna hasta los sistemas híbridos, eléctricos o inteligentes.

4. Ocupación espacial y cambio de uso del suelo por efecto de la urbanización. En Colombia la biodiversidad y los ecosistemas se han visto disminuidos significativamente por causa del crecimiento demográfico y los procesos de expansión urbana, reduciendo los servicios que la naturaleza presta a las personas. En los últimos 120 años la población del país creció de manera exponencial, pasando de 4,1 millones de habitantes en el censo de 1905 a 45,5 millones en el de 2018 (Estrada Orrego, 2017). La concentración de la población en las ciudades, también se incrementó. Según el censo de 2018, el 77,8% de la población colombiana vive en ciudades. Bogotá, por ejemplo, pasó de contar con 86 mil habitantes en el censo de 1907 a más de 7 millones en el de 2018 (Rey Hernández, 2010). Para albergar a la creciente y numerosa población que habita en las ciudades se requieren desarrollos urbanos que ocupan espacio, y que, por lo general, alteran radicalmente el uso del suelo, que pasa de ser natural o rural (y permeable), para transformarse en suelo urbano recubierto con edificaciones o cubierto por plazas, calles, andenes y otros espacios públicos para la movilidad que, tradicionalmente,

son impermeables. En ese sentido, Bogotá pasó de ocupar 326 Ha en 1900, a más de 40 mil Ha urbanizadas en 2018 (https://www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/01411.htm; Ramírez Rojas, 2018). Ocupación espacial que erradica los ecosistemas y la biodiversidad, bloquea el ciclo del agua, y elimina los servicios que podría prestar la naturaleza a las personas. Otro aspecto muy relevante de las dinámicas de ocupación espacial por efecto de los procesos de desarrollo y crecimiento urbano, es la carencia histórica de criterios de planificación frente a ambientes de alta biodiversidad como, por ejemplo, los humedales. Entre 1950 y 2016, por cuenta de la urbanización, los humedales de Bogotá perdieron en promedio el 84,52% de su extensión (Cruz-Solano et al.); en Cali, durante las últimas décadas, se perdió más del 90% del área de los humedales urbanos (Rosero Giraldo, 2017). Este fenómeno no solo afecta los humedales: la naturaleza en sus distintas manifestaciones y ecosistemas sucumbe bajo la maquinaria de la urbanización y la tecnología de la construcción. De otro lado, es importante subrayar que las ciudades no solo ocupan el área física en la que se asientan, sino que requieren para su normal funcionamiento una enorme cantidad de suelo extraurbano. A partir del flujo de materiales de la ciudad-región de Bogotá, se calculó la Huella Ecológica Local para el período 2007-2008, como se presenta a continuación: área urbanizada: 42.322 Ha; área requerida para abastecimiento de agua: 51.107 Ha; área requerida para producción de alimentos: 2.504.589 Ha; área requerida para generación de energía: 338.825 Ha; área requerida para extracción de materiales: 2.722 Ha; área requerida para disposición de residuos sólidos: 620 Ha; y área requerida para transporte: 1.025.521 Ha. Lo que suma un total de 3.965.703 de hectáreas del suelo colombiano ocupadas por efecto directo de la ciudad de Bogotá y sus necesidades (León, 2013); casi cuatro millones de hectáreas en donde los ecosistemas y la biodiversidad han sido desplazados o erradicados por cuenta de los procesos urbanos. Por último, es importante señalar que la urbanización fragmenta los ecosistemas, de manera que interrumpe, bloquea y obstaculiza los flujos naturales de materia, energía e información que los surcan; y adicionalmente, la urbanización altera la temperatura ambiente, a partir de las islas de calor que incrementan significativamente la temperatura y contribuyen con el cambio climático, otros dos impulsores de transformación y pérdida de la biodiversidad y los ecosistemas que generan los procesos de urbanización. Para reducir el impacto de los impulsores y los motores que generan las ciudades y los municipios, es necesario tener muy en cuenta —al momento de tomar decisiones— todas las recomendaciones arriba mencionadas, y, adicionalmente, establecer políticas públicas y normativas urbanas que fomenten: i) la desimpermeabilización del suelo urbano; ii) la integración de los ambientes de alta biodiversidad a la planificación

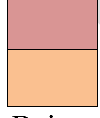
urbana y el ordenamiento territorial; y iii) incluir en el diseño urbano corredores ambientales o de conservación para reducir la fragmentación que genera la mancha urbana.

Figura 1. Importancia de la unidad de análisis [urbanización] en la contribución de la naturaleza a las personas (CNP)

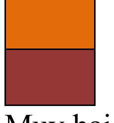
CNP MATERIAL				CNP INMATERIAL			CNP REGULADORES						
Alimentos	Materiales	Energía	Bio-Recursos	Aprendizaje e inspiración	Identidad cultural	Experiencias físicas y psicológicas	Regulación del flujo de agua dulce	Regulación de la calidad del agua dulce	Regulación de la calidad del aire	Regulación de la calidad del suelo	Regulación del clima	Regulación de la resiliencia	Regulación de organismos perjudiciales para los humanos
→	↓	→	↓	↑	↑	→	↓	↓	↓	↓	→	→	→

Muy alta

Alta



Baja



Muy baja

↑ Incremento

→ Estable

↓ Decrecimiento

4.2.2 DEGRADACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL SUELO

4.2.3 DEGRADACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

4.2.4 ALTERACIONES ATMOSFÉRICAS

CLIMA Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA

El sistema climático es uno de los factores que más impacto tiene en la vida del planeta, por lo tanto, cualquier cambio puede traer efectos sobre la biodiversidad y la vida humana. Las afectaciones al sistema climático y su variabilidad están relacionadas con el fenómeno de cambio climático. El cambio climático se define, según el IPCC (2013), como cualquier cambio en el clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana y que altera la composición de los gases de efecto invernadero en la atmósfera global (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso). Los efectos proyectados de este fenómeno para Colombia son: aumento en nivel del mar, retroceso de páramos, derretimiento acelerado de glaciares, mayor incidencia de eventos climáticos extremos, mayor incidencia de olas de calor (especialmente en áreas urbanas), disminución de productividad en suelos agrícolas, incremento de desertificación, pérdida de fuentes y cursos de agua, impactos en la salud, aumento de deslizamientos e inundaciones, afectación de acueductos, daño en infraestructura, y pérdidas/reducción de la productividad agropecuaria. Sin embargo, es importante resaltar que la intensidad y el efecto particular dependerá de la región del país.

Colombia emite más toneladas de carbono (259 Mton CO_2 eq) de las que absorbe (73 Mton CO_2 eq), y esto corresponde a aproximadamente el 0.42% de las emisiones mundiales (IDEAM et al. 2017); el mayor aporte a las emisiones se debe a cambios en el uso del suelo (62%), en el que la deforestación aporta 69 Mton CO_2 eq. El 100% de los municipios de Colombia tienen algún grado de riesgo asociado al cambio climático y los 20 departamentos con mayor riesgo representan el 69% del PIB nacional, albergando el 57% de la población (para el año 2016). En general se observa una tendencia al aumento de emisiones de GEI con una tasa de crecimiento anual compuesta del 0,7 %, un crecimiento total de 15 % entre los años 1990 a 2010 y una disminución del 8 % entre el 2010 y 2012 (IDEAM). La variación en la tendencia

se atribuye a variaciones en el crecimiento económico del país (mayores niveles de producción están correlacionados con más transporte y consumo de energía).
Las evidencias del cambio climático en Colombia, indican un incremento en la temperatura promedio del aire, de +0,1 a +0,2 °C por década desde mediados del siglo XX y un incremento en la temperatura máxima del orden de +0,6 °C por década, con variaciones regionales en la precipitación total anual que van desde el -4% al +6 % (IDEAM y Ruiz, 2010; Pabón-Caicedo, 2012). Se espera que para el 2040 aumente en 0,9 °C, para el 2070 en 1,6 °C y para el 2100 en 2,14 °C. Con respecto a la precipitación, se estima que para el 2040, 2070 y 2100 disminuya en aproximadamente 10-40% en ca. 30% del país (especialmente en la zona del caribe y de la Amazonia). Sin embargo, se espera que la precipitación aumente en varias zonas de los Andes en más de un 30%.

Con respecto a los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad colombiana, un estudio para 129 especies de plantas endémicas indica que el cambio climático puede incrementar entre el 18 y el 20 % el riesgo de extinción de árboles en zonas altoandinas (Tejedor-Garavito et al., 2015). Un estudio más amplio, que incluyó un mayor número de especies de plantas y aves, sugiere que el 50 % de las especies estudiadas podrían perder el 45 % del área de distribución climática óptima, mientras que el 10 % podrían extinguirse (Ramirez-Villegas et al., 2014). En anfibios, las proyecciones son aún más preocupantes: se espera un recambio del 60 % de las especies de anuros en la zona andina (Lawler et al., 2009), dada su alta sensibilidad y baja capacidad de adaptación al cambio climático (Foden et al., 2013). En mamíferos, Ortega-Andrade et al. (2015) encontraron que el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*) podría perder entre el 19 % y el 44 % de su área de distribución debido al efecto combinado del cambio climático y la pérdida de hábitat. Por otra parte, un estudio reciente demuestra que los cambios en la composición de especies de árboles en los bosques de los Andes tropicales es consistente con un aumento de temperatura y que en general, dichas especies están sufriendo contracciones de rango (Duque et al. 2015).

Con respecto a los ecosistemas, tanto terrestres como de agua dulce, se espera que habrá una pérdida en la diversidad y abundancia de especies (especialmente de especies endémicas; Malcom et al. 2005) y un aumento en especies invasoras. El CC tiene diversos efectos sobre los ecosistemas mundiales (Parmesan & Yohe, 2003; Leemans & Eickhout, 2004; Moritz et al., 2008; Wiens, 2016; Peel et al., 2017) y para los ecosistemas tropicales se han registrado cambios en la distribución de plantas (Feeley et al., 2011; Morueta-Holme et al., 2015; Duque

et al., 2015; Fadrique et al., 2018), aumento en la elevación del ecotono bosque-páramo (Rodríguez-Morales et al., 2009), cambios en distribución de insectos (Chen et al., 2009; Moret et al., 2016), aves (Forero-Medina et al., 2011; Freeman & Freeman, 2014; Campos-Cerqueira et al., 2017), anfibios (Pounds & Crump, 1994; Pounds et al., 1999; Pounds et al., 2006; Raxworthy et al., 2008; Campos-Cerqueira & Aide, 2017; Seimon et al., 2017), disminución de las poblaciones de aves (Blake & Loiselle, 2015), y migración a mayor altitud de cultivos nativos (Zimmerer et al., 2018). Adicionalmente, la fauna y flora de las montañas tropicales es especialmente susceptible a los efectos del cambio climático porque muchas tienen distribuciones altitudinales restringidas y pequeños cambios pueden resultar en extinciones locales (Laurance et al., 2011). En los ecosistemas terrestres se predice que el norte de Colombia sufrirá, en general, eventos de mayor sequía que pueden alterar la estabilidad de los ecosistemas secos tropicales. Así mismo, la Amazonia puede estar sometida a una mayor sequía lo que conllevaría a cambios en las composiciones ecosistémicas. Adicionalmente, por aspectos como incremento en la temperatura, cambios en los patrones de precipitación, así como los cambios en las dinámicas bióticas y en los suelos, se espera un recambio altitudinal de especies, desplazando los ecosistemas a mayores altitudes. Cabe anotar que estos recambios no solo afectarán los ecosistemas sino también la salud humana, pues se espera que varios vectores y patógenos se desplacen a mayores elevaciones. Por otro lado, el aumento de temperatura en los cuerpos de agua dulce puede conllevar cambios en la distribución de especies, así como efectos en sus ciclos de vida (REF?). En cuanto a los ecosistemas marinos, el aumento vertical en el nivel del mar afecta a plantas y animales (e.g. manglares y corales); el aumento de temperatura oceánica impacta la distribución de especies y habrá pérdidas de diversidad por falta de adaptación (e.g., blanqueamiento de corales); el aumento en la acidez reduce la calcificación y por tanto la formación de esqueletos y conchas (REF - IPBES Américas).

Actividades que impulsan este motor en Colombia

Basado en el reporte del IDEAM (2017), para el 2012 la mayor fuente de emisiones de CO2 en Colombia estuvo relacionada con cambios en el uso del suelo (115.847 Gg de CO2 eq) seguido por quema de combustibles fósiles (68.077 Gg de CO2 eq) y en menor contribución, actividades relacionadas con la industria del sector minerales (6. 633 Gg de CO2 eq). En cuanto a las emisiones de metano, el principal aporte fueron las actividades pecuarias de las cuales la ganadería representa el mayor aporte (21.990 Gg de CO2 eq) seguido por las emisiones generadas por el tratamiento y eliminación de aguas residuales (6.218 Gg de CO2 eq), y la

disposición de residuos sólidos y emisiones fugitivas (e.g., transporte, extracción, almacenamiento de gas natural; 6.053 y 7.214 Gg de CO_2 eq, respectivamente). Por último, para las emisiones de N_2O, los principales contribuyentes son gestión de la tierra y estiércol de animales, quema de combustibles y el tratamiento y eliminación de aguas residuales.

Hallazgos

Entender cómo las especies responderán al cambio climático es un paso fundamental para conservar la biodiversidad, pero los cambios en el uso del suelo deben ser considerados ya que son el principal factor alterando las distribuciones presentes de muchas especies y restringen su posible respuesta adaptativa al cambio climático ya que se impide su migración (Aide et al. in rev.). Son pocos los estudios que registran el efecto del cambio climático sobre la distribución de especies, composición y funcionamiento de los ecosistemas andinos (Cuesta et al. 2012).

"Other environmental filters, such as species-soil adaptations, as well as anthropogenic disturbances (e.g., habitat loss and hunting) may limit future species migrations and decrease the ability of forest communities and their constituent species to respond to climate change (Duque et al. 2015)"

CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

La contaminación atmosférica representa la segunda causa de muertes humanas a nivel mundial. La mayoría de los contaminantes se asocian con actividades industriales o del ámbito urbano. Sin embargo, el transporte atmosférico de contaminantes primarios y secundarios desde sus fuentes a lugares distantes representa una potencial amenaza para la integridad ecosistémica, y para el mantenimiento de las contribuciones que los ecosistemas afectados proporcionan.

Formas de contaminación atmosférica

Lluvia ácida

Aunque el pH 7.0 del agua pura se define como neutro, el agua lluvia es naturalmente ácida, ya que esta se encuentra en equilibrio con el CO_2 disuelto en la atmósfera. Con una concentración de CO_2 atmosférico de 288 partes por millón (ppm), el pH teórico de la lluvia es de 5.7. El aumento de la concentración atmosférica de CO_2 a 410 ppm promedio en el 2019 ha aumentado en un 20% la acidez teórica de la lluvia, para un pH de 5.6. La combustión de

combustibles fósiles libera óxidos de azufre y nitrógeno a la atmósfera, los cuales al disolverse en el agua lluvia generan ácidos sulfúricos y nítricos, ácidos significativamente más fuertes que el ácido carbónico generado por la disolución del CO2.

La acidificación de la lluvia a nivel regional asociada a la liberación antrópica de gases industriales fue propuesta en 1955 (Barret & Brodin, 1955).

Deposición de contaminantes y alteración de los ciclos biogeoquímicos

A nivel ecosistémico, los contaminantes antropogénicos de mayor preocupación debido a su transporte y deposición son los compuestos de nitrógeno reactivo (N_r; Erisman et al., 2013), que puede aparecer como óxidos de nitrógeno (NO_x) generados por la combustión de biomasa o combustibles fósiles; o como amoníaco (NH_3) generado por actividades agropecuarias. (Fowler et al., 2013). Reacciones fotoquímicas en la atmósfera entre NO_x u óxidos de azufre (SO_x; también producto de la combustión) con NH_3 pueden resultar en la generación de aerosoles secundarios que facilitan el transporte distante del N_r (Erisman & Schaap, 2004). A nivel global, el transporte atmosférico de N_r altera los flujos oceánicos del nitrógeno (Duce et al., 2008), y puede representar cerca del 8% del flujo global de N_r (Fowler et al., 2013; Jia et al., 2016). La deposición de Nr atenta contra la integridad de los ecosistemas (Erisman et al., 2013), afecta la distribución de especies en las comunidades (Bobbink et al., 2010; Farrer and Suding, 2016; Maskell et al., 2010; Simkin et al., 2016; and Stevens et al., 2004), y en el proceso afecta la estabilidad y resiliencia ecosistémica (Koerner et al., 2016).

El concepto de "carga crítica" hace referencia a la cantidad de contaminante adicionado a un ecosistema a partir de la cual se manifiestan transformaciones ecosistémicas. A nivel global, se ha adoptado una tasa de deposición de 10 kg N_r / (hectárea x año) como la carga crítica de Nr. No obstante, existe evidencia que indica alteraciones en las interacciones ecológicas en la rizósfera con tasas de deposición de 2.5 kg N_r / (hectárea x año).

Contaminantes secundarios y contaminantes tóxicos

En la atmósfera, NO_x puede dar lugar a la formación de ozono (O_3) troposférico (ref). La exposición al ozono puede interferer con la maquinaria fotosintética, resultando en cambios en la productividad y alteraciones en la estructura de comunidades (Payne et al., 2011). Las pérdidas en productividad agrícola relacionadas con exposición a O_3 troposférico se estiman entre 4-16% (van Dingenen et al., 2009), dependiendo del cultivo considerado.

Estado de la contaminación atmosférica y sus impactos en Colombia

Lluvia ácida

En Colombia, los niveles de acidez de las aguas lluvias son monitoreados por una red de estaciones manejada por el IDEAM. Estas se encuentran principalmente en áreas urbanas, o directamente ligadas a aeropuertos. Durante el período 2001-2006, las lluvias en las tres ciudades más grandes del país (Bogota, Medellín y Cali) presentaron predominantemente niveles de acidez por debajo de lo normal, siendo Cali la más afectada. En esta ciudad del suroccidente colombiano se registraron lluvias con pH mínimos cercanos a 3.0 (500 veces más ácidas que la lluvia normal).

Estudios adicionales han analizado los niveles de ácidez de las precipitaciones en ciudades como Manizales, el norte de Bogotá, y en regiones como la Serranía del Majuy [REFs]. Los estudios en áreas urbanas han registrado todos valores de acidez predominantemente por debajo de los valores normales. En Bogotá se ha observado una tendencia hacia mayor acidez en cercanías a los cerros orientales.

Redes de monitoreo y estado del conocimiento sobre la contaminación atmosférica en Colombia

Mediante la resolución 2254 del 2017, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible establece la norma nacional sobre calidad del aire, en la cual se establecen los niveles máximos de exposición humana a distintos contaminantes permisibles en Colombia a partir del 2018. En esta también se dictan los requisitos de monitoreo y reporte de niveles de contaminantes atmosféricos, y de migración de los datos al Subsistema nacional de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE). Los estándares plasmados en la norma se refieren a concentraciones a las cuales los humanos llegasen a ser expuestos en períodos de tiempo determinado, más no establecen límites a las emisiones, ni a las deposiciones de contaminantes. La disponibilidad de la información permanece limitada, pues a pesar del mandato presentado en la resolución a las autoridades ambientales de mantener su información actualizada ante SISAIRE, la plataforma no presenta datos de ninguna de ellas.

Simulaciones realizadas con modelos de química y transporte sugieren que, en Colombia, las áreas protegidas cercanas a los mayores centros urbanos enfrentan la mayor amenaza originada de la deposición de contaminantes atmosféricos (Yarce et al., sometido). Las áreas al noroeste-oeste del Valle de Aburrá (Medellín y municipios del Área Metropolitana) son las más

afectadas (Yarce et al., sometido). El Páramo de Las Baldías, la zona de páramo con mayor exposición a contaminantes atmosféricos recibe 14kg/ha-año, por encima de la carga crítica estándar de N_r, y por encima de 60 kg/ha-año de ozono. Los páramos del occidente antioqueño reciben 5-6kg/ha-año, mientras que los Páramos de Sonsón se identifican como los de menor exposición a contaminantes atmosféricos (2.2-2.6kg/ha-año N_r; 35-40kg/ha-año ozono). Los ecosistemas del occidente de la costa Caribe reciben la mayor carga de ozono a nivel nacional (50-100kg/ha-año). Las cargas críticas de N_r para ecosistemas colombianos no han sido determinadas.

4.2.5 UTILIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Tala y tráfico ilegal de madera

En Colombia la tala y el tráfico ilegal de madera representan una creciente amenaza a la integridad ecológica forestal, y de especial manera para el mantenimiento poblacional de determinadas especies de alto valor comercial. Según el estudio financiado por Ministerio de Medio Ambiente de Colombia "*Uso y legalidad de la madera en Colombia. Análisis parcial"* (ONF Andina, 2014) para el año 2013, y con base en estadísticas del DANE, el 47% del consumo de madera en el país proviene de fuentes desconocidas o ilegales. Según esta cifra, que según varias fuentes informales está subestimada, se puede entender la magnitud del daño ecológico a los recursos forestales del país. IDEAM y Ecoforest (2009) indican una estimación de casi 1,5 millones m^3 de madera en troza, o su equivalente en madera aserrada, explotado de manera ilegal en el 2008. La misma fuente indica un rango de madera no registrada del 33-55% dependiendo del modelo analítico utilizado.

Adicionalmente, daños indirectos resultan también por el menor aprovechamiento comercial potencial por parte de las comunidades locales, haciendo menos sostenible y más inequitativa la explotación de este servicio ecosistémico de provisión. En estos términos se señala como driver indirecto a la base de tala y tráfico ilegal de madera la poca presencia o la ausencia *física* y *legal* del estado en zonas en donde se extrae ilegalmente la madera. El Área de Protección Ambiental y Ecológica de la Policía (reportado por El Tiempo, 2016) señala el importante rol de bandas criminales y grupos armados que alimentan la cadena de tala y comercio ilegal para el financiamiento de sus actividades ilícitas. Estos actores actúan a menudo en connivencia con autoridades locales corruptas.

Un indicador indirecto de presión (demanda) sobre determinadas especies de bosque natural es el flujo entrante de madera en los mercados, especialmente urbanos. Según la ONF Andina (2014), analizando el relativamente grande mercado de madera de Bogotá, las especies predominantes en este municipio son: “virolas” y “otobos” (*Dialyanthera* spp*., Irianthera* sp*., Virola* spp.), sande (*Brosimum* spp), caracolí (*Anacardium excelsum*), gualanday (*Jacaranda* spp.), laurel común (varios, familia Lauraceae) y sajo (*Campnosperma panamensis*). Entre las variedades de madera fina, con menos mercado, pero de muy alto valor, se encuentran el cedro rosado (*Cedrela* spp.) y la ceiba tolúa (*Pachira quinata*). La misma fuente reporta otras especies particularmente utilizadas como madera estructural y para carpintería fina: el chanul (*Humiriastrum procerum*), el abarco (*Cariniana pyriformis*), el roble o flor morado (*Tabebuia rosea*), roble o flor morado (*Tabebuia rosea*), el nogal cafetero (*Cordia alliodora*), el cedro (*Cedrela* spp.), el móncoro (*Cordia* spp.), el comino (*Aniba* spp.), la ceiba tolúa (*Pachira quinata*) y el guayacán (*Tabebuia* spp.). La OIMT (2012) estima que la cosecha de *Prioria copaifera* (cativo) y *Campnosperma panamensis* (sajo) son superiores a 100.000 m³ /año. El MADS (2016) indica que las regiones en donde hay más sustracción desde bosque natural es el Chocó biogeográfico, seguido por el Magdalena medio y Puerto Asís (al principio de la región Andina).

Especialmente el mercado de la madera aserrada representa un elevado potencial de amenaza a la conservación o uso sostenible de los recursos forestales, debido a su característica informalidad y baja eficiencia en la explotación (MADS, 2016; basado en datos IDEAM). La misma fuente estima que el 80% de la madera se destina a la construcción. En América del Sur la tala ilegal de madera está vinculada a diferentes e interrelacionadas dinámicas de carácter regional, relacionadas con: informalidad en la cadena de producción, debilidades institucionales, proximidad a regiones con alta tasa de pobreza y proximidad a actividades criminales (Blandinières et al, 2013).

Pesca y Acuicultura.

La pesca y la acuicultura en Colombia han sido llevadas a cabo históricamente tanto en las costas del Pacífico y el Atlántico como en aguas interiores. Colombia tiene más de 3.000 km de costa y zonas económicas exclusivas en el Océano Pacífico y el Mar Caribe que cubren más de 800.000 km². El país tiene más de 700.000 micro cuencas y más de 20 millones de hectáreas de ecosistemas acuáticos, tales como lagos, estanques, embalses y canales. Las principales cuencas hidrográficas interiores usadas para la pesca y la acuicultura incluyen las cuencas de

los ríos Magdalena, Amazonas, Orinoco y Sinú. El país tiene múltiples y diversos ecosistemas hidrológicos marinos, de agua dulce y salobre, y una amplia variedad de condiciones climáticas relativamente estables (AUNAP/FAO, 2014).

En cuanto a la riqueza íctica marina y estuarina, se tienen registro de 2493 especies (SIBColombia, 2019), que equivalen al 7,3% de las especies de peces registradas a nivel mundial (34.200 especies; Fishbase, 2019), de las cuales 64 son migratorias. Así mismo, se reportan para el Caribe 990 especies de peces, 1498 especies de moluscos y 239 de equinodermos que para el Pacífico colombiano se registran aproximadamente 806 especies de peces, 551 especies de crustáceos, 459 especies de poliquetos y 30 especies de mamíferos marinos (Díaz et al., 2010). Respecto a los peces dulceacuícolas, Colombia posee 1512 especies de peces que corresponden al 4,4% de las especies de peces registradas a nivel mundial, de las cuales 381 son especies endémicas (Do Nascimento et al., 2018).

Este elevado nivel de diversidad biológica implica una abundancia relativamente baja de cada especie. Las cosechas de pescado son, por ende, relativamente modestas (en comparación con países vecinos como Perú, por ejemplo) y los ecosistemas son particularmente frágiles (OCDE, 2016). Históricamente, Colombia ha experimentado dificultades institucionales para desarrollar un seguimiento permanente de los desembarcos pesqueros y el monitoreo de los aspectos bio-ecológicos de las especies explotadas (Duarte et al., 2018), por lo que hay una ausencia crítica de estadísticas confiables, las cuales son necesarias para caracterizar el sector pesquero y acuícola de Colombia. En Colombia se han identificado 21 causas que están amenazando directamente a las especies que habitan el territorio colombiano (Andrade, 2011), dentro de las cuales la pesca comercial, la pesquería industrial de altamar, las especies introducidas y los animales domésticos están relacionadas con las actividades de pesca y acuicultura.

Sobrepesca y Falta de información

La actividad pesquera se constituye en uno de los sistemas productivos más antiguos que la humanidad ha desarrollado para lograr la satisfacción de las necesidades básicas; sin embargo, dado el crecimiento demográfico, la presión sobre los recursos pesqueros se ha incrementado como consecuencia de mayores niveles del esfuerzo aplicado para obtener las capturas, sujeto a la limitada oferta natural de los recursos pesqueros y a la escasez inducida por la sobreexplotación de algunas especies (González–Porto et al., 2018). Desafortunadamente, la

condición de libre acceso a los recursos pesqueros ha conducido a una situación generalizada de sobreexplotación, evidenciándose fuertes disminuciones de su producción, llegando a constituirse en una seria amenaza al equilibrio natural sobre el que se sostienen (FAO, 2010-2019).

Quizá el motor directo de pérdida de la biodiversidad más asociado a la pesca es la sobrepesca. En Colombia se reconoce que el 90% de los recursos hidrobiológicos continentales está en el máximo nivel de aprovechamiento sostenible, y para algunas poblaciones incluso se ha sobrepasado, situación reflejada, por ejemplo, en la crisis biológica de las cuencas del Magdalena—Cauca, San Jorge y Sinú, que han reducido sus aportes pesqueros hasta en un 85% (Gutiérrez, 2010). Sin embargo, de las 490 especies de peces de agua dulce de interés pesquero u ornamental reportadas para Colombia, sólo el 9,6% (47 especies) presentan algún grado de amenaza1 (Do Nascimento et al., 2018), por lo que la sobrepesca si bien puede ser una de las razones para la disminución del tamaño de las poblaciones y los volúmenes de captura, no es el principal motor, siendo probablemente otros factores como la pérdida de hábitats y su calidad, los principales motores para esto (Hernández-Barrero et al., en prensa).

En cuanto a la pesca marina, según la FAO (2018), una de las mayores amenazas para la sostenibilidad de los recursos pesqueros mundiales es la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. En Colombia, los autores del Libro Rojo de Peces Marinos de Colombia reportan que una de las principales amenazas detectadas en el análisis de las especies evaluadas fueron la sobrepesca y el uso de artes no reglamentarias, al igual que la pesca incidental o "bycatch", y la pesca ilegal en el caso específico de los tiburones, la barracuda *Sphyraena barracuda* (Edwards, 1771), el pez loro *Sparisoma viride* (Bonnaterre, 1788) y el mero colorado *Epinephelus guttatus* (Linnaeus, 1758) (Chasqui et al., 2017).

Por otro lado, otro paradigma bien establecido en la biología pesquera es el efecto nocivo de artes de pesca poco selectivas. Sin embargo, recientes estudios en ambientes marinos demuestran que artes de pesca muy selectivas como las líneas de mano y palangres, si bien tienden a seleccionar tamaños más grandes y niveles tróficos más altos que las redes, también atrapan una mayor proporción de especies intrínsecamente vulnerables y especies de interés para la conservación, lo que desafía la idea de que los artes de pesca más selectivos tienen en general impactos ecológicos más bajos (Herrón et al., 2019).

En contraste, las redes, artes de pesca poco selectivas, que abarcan un rango de tamaño más amplio – aunque se centran en peces de tamaño pequeño o mediano – e incluyen una mayor diversidad de gremios tróficos y espaciales, podrían considerarse un tipo de pesca más "equilibrada", que retiene la estructura y funcionalidad del ecosistema, puesto que dichas especies potencialmente podrían soportar más presión de pesca y / o recuperación más rápida (Herrón et al., 2019). Esto explica por qué el nivel trófico medio de los grupos de especies reportados en las estadísticas de pesca globales ha disminuido desde 1950, reflejando una transición gradual en los desembarques de peces de fondo, piscívoros, de larga vida y alto nivel trófico, a peces pelágicos planctívoros de bajo nivel trófico, corta vida, e invertebrados (Pauly et al., 1998).

Lo anterior no puede aplicarse a las redes de arrastre de fondo, que en general exhiben un porcentaje relativamente alto de la captura incidental desembarcada, una característica indeseable para cualquier pesquería en términos de sostenibilidad (Herrón et al., 2019), un demostrado impacto ambiental de esta pesquería sobre la biodiversidad y los hábitats asociados al fondo marino, resultado de la poca selectividad de las redes de arrastre, el exceso del esfuerzo de pesca y la falta de medidas adecuadas de manejo basadas en evaluaciones del recurso que tomen en cuenta al ecosistema y con fuertes impactos en pérdida de hábitat para otras especies bentónicas que no son el blanco de la pesquería (Rodríguez et al., 2012).

A pesar de lo anterior, y si bien existen declives importantes en las abundancias de algunas de las especies explotadas en nuestro país (De la Hoz-M y Manjarrés–Martínez, 2018; De la Hoz-M. et al., 2018; Duarte et al., 2018), quizá sólo existe un caso bien documentado de sobrepesca e impacto ambiental generado históricamente por la pesca de arrastre del camarón de aguas someras, actualmente agotado con algunos signos endebles de recuperación (Rodríguez et al., 2012) mientras que en el caso de los peces aún no hay registros exclusivamente atribuibles a la sobrepesca.

El SEPEC reporta 500 taxa en los desembarcos artesanales registrados en las diferentes cuencas y litorales de país (De la Hoz-M. et al., 2018), y 63 taxa en los desembarcos pesqueros industriales registrados en los litorales caribe y pacífico (De la Hoz-M y Manjarrés–Martínez, 2018) (Tabla 1). Es evidente la menor diversidad de los desembarcos industriales en comparación con los artesanales, lo que ratifica el carácter altamente multiespecífico de las

pesquerías artesanales, especialmente en los dos litorales (De la Hoz-M y Manjarrés–Martínez, 2018), lo que podría hacerla menos vulnerable al riesgo de extinción de las especies objetivo.

Sin embargo, un aspecto importante a tener en cuenta en la pérdida de biodiversidad debida a la pesca es la falta de información continua, de buena calidad y con una adecuada cobertura espacial. Es así como el Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC) en sus reportes del 2018, para permitir las comparaciones interanuales de los resultados, se ve obligado a emplear los datos registrados entre julio y diciembre de cada año, debido a que en la mayoría de los años no hay toma de información en los primeros meses (Duarte et al., 2018). Adicionalmente, es importante destacar que en los registros del SEPEC existe un porcentaje que no es insignificante, de taxa no identificados (Tabla 1), y existe un número considerable de especies que no pudieron ser evaluadas en su categoría de amenaza por falta de información y que a pesar haber sido propuestas como especies amenazadas, fueron dejadas por fuera del libro rojo de peces marinos de Colombia (Chasqui et al., 2017), por lo que existe un margen de error para la pérdida de biodiversidad que no está documentado, bien sea por falencias en la toma y registro de la información, como por carencias en la taxonomía de ciertos grupos de especies.

Por último, aunque no se encuentra documentado para el país, un motor indirecto asociado a la pesca deportiva es la introducción de especies para dicha actividad. Se ha documentado que Cichla cf. ocellaris y *Cichla monoculus* pueden causar graves daños a las comunidades de peces por depredación, competencia y efectos en cascada en toda la cadena trófica (Shafland, 1999), tal como se demostró en Panamá, en donde el efecto inicial de la introducción de Cichla ocellaris fue una reducción dramática en casi todos los consumidores secundarios. Estas reducciones de especies produjeron, a su vez, cambios de segundo y tercer orden en otros niveles tróficos del ecosistema, incluso dentro de la comunidad del zooplancton, al mismo tiempo que afectó a las poblaciones de consumidores terciarios, que antes dependían de peces pequeños para la alimentación, aparecen con menos frecuencia en las áreas de Cichla del lago (Zaret y Paine, 1973). En Colombia esta especie se ha introducido exitosamente en algunas cuencas con embalses de la cuenca del Magdalena, tales como la cuenca del río La Miel (Observación personal) y el río Sogamoso (InvBasa, 2019).

Acuicultura

El estado actual de la ciencia y la acuacultura demuestra que la acuicultura es un medio eficiente en el uso de recursos para la producción de alimentos y los límites para la producción de pesquerías silvestres significa que la acuicultura, cuando se hace correctamente, puede ser una herramienta poderosa para ayudar a satisfacer la creciente demanda de productos pesqueros de manera responsable. Sin embargo, la acuacultura irresponsable se ha asociado a problemas de contaminación del agua, la pérdida de hábitat, los impactos en las poblaciones silvestres y las enfermedades (TNC).

La acuicultura marina en algunas partes del mundo, como la pesca, ha demostrado la "tragedia de los bienes comunes", - la tendencia a que los recursos naturales compartidos se agoten debido a las personas que los usan actuando por interés propio y localizado - y los gerentes de los recursos también enfrentan restricciones de recursos y capacidad.

Tradicionalmente se señala a la trucha arco iris como la causante de su extinción, luego de su introducción al Lago durante los años 40´s del siglo pasado. En los años 50´s se introdujeron otras especies de aguas frías para que sirvieran de forraje a las truchas: la guapucha (*Grundulus bogotensis*), el capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) y el goldfish (*Carassius auratus*). Las dos primeras se han establecido en la región con poblaciones importantes. *E. mutisii* debe considerarse como un fuerte competidor con el pez graso. Es un pariente taxonómico cercano, con una morfología similar y adaptada a condiciones bentónicas y puede asumirse por tanto que posee el mismo nicho ecológico que *R. totae*. En este sentido, en caso de que se confirmarse la extinción ésta última (lo cual parece ser un hecho), deberá atribuirse a la competencia ecológica con el capitán de la sabana más que a la trucha, pues con esta no comparte ni ambientes ni nicho ecológico.

Tráfico ilegal de fauna y flora. En construcción.

4.2.6 ESPECIES EXÓTICAS Y TRANSPLANTADAS

El compendio más completo y actualizado de especies introducidas en Colombia se encuentra en el Registro Global de Especies Introducidas e Invasoras, el cual lista 505 organismos (GRIIS; http://www.griis.org), que se reparten entre 224 animales, 265 plantas, y 15 organismos unicelulares. Este incluye cerca de 300 registros contribuidos directamente por el

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, resultantes de revisióсuraduría de la información más reciente disponible entre el 2014 y el 2018 (http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/1365-colombia-incluida-en-repositorio-global-de-especies-introducidas-e-invasoras) con miras a la actualización de la declaratorioa nacional de especies exóticas invasoras.

A nivel nacional, de manera oficial se reconocen como invasoras las especies introducidas listadas en la tabla. De las 22 especies indicadas, Colombia cuenta con lineamientos nacionales para el manejo de los retamos (*U. europaeus* y *T. monspessulana*), y un plan para el manejo y control del Pez León (*Pterois volitans*). Las corporaciones ambientales regionales y el sistema de Parques Nacionales mantienen listados de las especies invasoras en sus jurisdicciones, y en contados casos, de los planes de manejo correspondientes.

Nombre Científico	**Nombre Común**	**Grupo**	**Resolución**
Helix aspersa	Caracol de Tierra	Animal (Molusco)	0848 del 2008
Achatina fulica	Caracol Gigante Africano	Animal (Molusco)	0848 del 2008
Electroma sp.	Mejillón	Animal (Molusco)	0848 del 2008
Penaeus monodon	Camarón Jumbo	Animal (Crustaceo)	0207 del 2010
Charybdis hellerii	Jaiba Azul	Animal (Crustaceo)	0848 del 2008
Callinectes exasperatus	Jaiba	Animal (Crustaceo)	0848 del 2008
Paratrechina fulva	Hormiga Loca	Animal (Insecto)	0848 del 2008
Eleutherodactylus coqui	Rana Coquí	Animal (Anfibio)	0848 del 2008
Rana catesbeiana	Rana Toro	Animal (Anfibio)	0848 del 2008
Pterois volitans	Pez León	Animal (Pez)	0207 del 2010
Salmo trutta	Trucha Europea	Animal (Pez)	0848 del 2008
Oncorhyncus mykiss	Trucha Arco Iris	Animal (Pez)	0848 del 2008
Oreochromis niloticus	Tilapia Nilótica	Animal (Pez)	0848 del 2008
Cyprinus carpio	Carpa	Animal (Pez)	0848 del 2008

Micropterus salmoides	Perca Americana	Animal (Pez)	0848 del 2008
Oreochromis mossambicus	Tilapia Negra	Animal (Pez)	0848 del 2008
Trichogaster pectoralis	Gourami de piel de culebra	Animal (Pez)	0848 del 2008
Eichornia crassipes	Buchón	Planta acuática	0848 del 2008
Kappapychus alvarezeii	Alga	Alga roja	0848 del 2008
Ulex europaeus	Retamo Espinoso	Planta, arbusto	0848 del 2008
Teline monspessulana	Retamo Liso	Planta, arbusto	0848 del 2008
Melinis minutiflora	Canutillo	Planta, pasto	0848 del 2008

* Ahora perteneciente al género *Nylanderia*, renombrada como *N. fulva* (LaPolla et al., 2010).

En el 2010, 293 especies introducidas fueron evaluadas con relación a su posible impacto ecosistémico, económico y en salud humana. En plantas, 42 de las 83 especies evaluadas fueron calificadas como de alto riesgo. En primer lugar, aparece *Eicchornia crassipes*) (Buchón de agua, Jacinto de agua o Taruya), planta nativa de la cuenca amazónica, pero invasora de gran impacto en otras cuencas del país.

Hongos y microorganismos como especies invasoras encuentran tratamiento limitado en los estudios de invasiones ecológicas en Colombia. Dentro del listado GRIIS se señala *Batrachochytrium dendrobatidis* especie introducida, especie de quítrido africano patógeno (Longcore et al., 1999) que afecta numerosas especies de anfibios tropicales (Berger et al., 1998) y que representa una gran causa de la disminución de sus densidades poblacionales a nivel mundial (Skerratt et al., 2007; Fisher et al., 2012). En Colombia fue reportado por primera vez en 1999 (Berger et al.), habiendo sido el patógeno detectado en especies de anfibios de todas las regiones del país (Velásquez-E et al., 2008; Vásquez-Ochoa et al., 2012).

Las asociaciones mutualistas que las especies introducidas mantienen en su hábitat nativo representan posibilidades adicionales de invasiones. Este es el caso del hongo *Amanita muscaria*, organismo introducido como inicialmente al país a través de la introducción del pino pátula (*Pinus patula*) con fines forestales, y que se reporta como colonizador como especie ectomicorriza en *Quercus humboldtii* (Vargas et al., 2019). El impacto de esta nueva asociación

en el desempeño de la especie nativa, o en la integridad de sus relaciones con micorrizas nativas necesita nuevas investigaciones.

Especies introducidas e invasoras en Colombia han representado canales de invasión de patógenos humanos. Las especies de mosquitos *Aedes aegypti* y *A. albopictus* originarias de África y Asia respectivamente, representan en el continente americano los principales vectores de transmisión del Virus del Dengue y el Virus de la Fiebre Amarilla. Del mismo modo, son los principales vectores en Colombia de los virus recientemente invasores del Chikungunya y del Zika (Kauffman y Kramer, 2017).

4.2.7 HOMOGENIZACIÓN Y PRESERVACIÓN DE DIVERSIDAD EN LA AGRICULTURA

3. BIODIVERSIDAD EN ESCENARIOS DE CONFLICTO Y POSTCONFLICTO

4. RELACIONES DE CAUSALIDAD ENTRE MOTORES DIRECTOS E INDIRECTOS

5. Conclusiones

1. La deforestación es el principal motor de pérdida de biodiversidad y de ecosistemas en Colombia. Tan sólo el 8% de la extensión original del bosque seco tropical sobrevive, en su mayoría como fragmentos aislados y con poca representatividad en el sistema de áreas protegidas. Las mayores tasas de deforestación actual se encuentran en la Amazonia, aunque u La expansión de la ganadería representa el principal uso de las tierras deforestadas, tanto en páramos como en las sabanas de la Orinoquia y los bosques húmedos de la Amazonia. Las tierras ganaderas representan el 77% de la frontera agropecuaria, y el 27% del territorio continental. La falta de presencia del estado facilita la extracción ilegal de especies maderables nativas, lo cual representa una amenaza creciente para el mantenimiento de poblaciones de especies maderables de alto valor.

2. El cambio en el uso del suelo constituye el principal motor de pérdida de contribuciones de la naturaleza a la humanidad. La deforestación es la fuente del 62% de las emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia. La deforestación y el mal manejo de los suelos resultan en deterioro por erosión en un 40% del área nacional. Las actividades extractivas

asociadas a la urbanización aumentan el transporte de sedimentos y degrada ecosistemas terrestres y acuáticos. El crecimiento de las ciudades ha llevado a la pérdida directa de humedales urbanos.

3. La falta de información detallada, y la informalidad de la mayoría de la pesca en Colombia, dificultan el manejo sostenible de los recursos pesqueros y acuícolas. La escasa información disponible indica que el 90% de los recursos pesqueros continentales se encuentran en su nivel máximo de explotación sostenible, y posiblemente su principal motor de cambio sea la degradación y desaparición del hábitat. Las mayores afectaciones sobre los recursos pesqueros marinos es la sobrepesca y la pesca no selectiva. No obstante, la falta de información sobre el estado de las pesquerías solo permite reconocer de manera concluyente la conexión entre la sobreexplotación y el declive del camarón de aguas someras. La introducción de especies exóticas, tales como la Trucha Arco Iris o la Cichla de lago, para satisfacer la acuicultura o la pesca deportiva, pueden desestabilizar las cadenas tróficas acuáticas y disminuir la disponibilidad de recursos pesqueros nativos.

4. El cambio climático representa una amenaza de pérdida de biodiversidad y ecosistemas. La disminución en el recurso hídrico y la prolongación de las sequías llevará a la desestabilización de los ecosistemas de la región norte, y el cambio en la composición de especies de la Amazonia. El aumento en las temperaturas de los cuerpos de agua dulce repercutirá en la distribución de especies dulceacuícolas. El aumento en los niveles del mar representará una disminución en la cobertura de manglares y otros ecosistemas costeros.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, W.H., Pardo, C.I. (2014). Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia. Ecological indicators, (42), 32-42.

Andrade, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35(137), 491-508.

Aristizabal, J. 2010. Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para comunidades dependientes de los bosques de roble de la Cordillera Oriental. Revista Colombia Forestal Vol. 13 (2): 245-265.

Armenteras, D., González, TM., Meza, M., Ramírez-Delgado, J.P., Cabrera, E., Galindo, G., Yepes, A. (Eds). 2018. Causas de Degradación Forestal en Colombia: una primera aproximación. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM, Programa ONU-REDD. Bogotá D.C., Colombia., 105 pág.

Armenteras, D., T. González, J. Retana, And J. Espelta. (2016). Degradación De Bosques En Latinoamérica: Síntesis Conceptual, Metodologías De Evaluación Y Casos De Estudio Nacionales. Ibero-Redd+.

Armenteras, D., Cabrera, E., Rodríguez, N., & Retana, J. (2013). National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. Regional Environmental Change, 13(6), 1181–1193. https://doi.org/10.1007/s10113-013-0433-7

Armenteras, D., Rudas, G., Rodríguez, N., Sua, S., & Romero, M. (2006). Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. Ecological Indicators, 6(2), 353–368. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.03.014

Armenteras-Pascual, D., Retana-Alumbreros, J., Molowny-Horas, R., Roman-Cuesta, R.M., González-Alonso, F., Morales-Rivas, M., 2011. Characterising fire spatial pattern interactions with climate and vegetation in Colombia. Agric. For. Meteorol. 151, 279–289. doi:10.1016/j.agrformet.2010.11.002

AUNAP/FAO (2014), Plan Nacional para el Desarollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia – PlaNDAS, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Bogotá.

Berger, L., Speare, R., Daszak, P., Green, D.E., Cunningham, A.A., Goggin, C.L., et al. (1998). Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforest of Australia and Central America. PNAS, 95:9031–6.

Berger, L., Speare, R., Kent, A. (1999). Diagnosis of chytridiomycosis of amphibians by histological examination. Zoos Print Journal, 95:9031-9036.

Blandinières, J. P., Betancur, L., Maradei D. y Penno Saraiva, G. (2013). Flujos de madera en, hacia y desde América del Sur. Informe final. 165 pp.

Budiharta, S., Meijaard, E., Erskine, P.D., Rondinini, C., Pacifici, M., Wilson, K., 2014. Restoring degraded tropical forests for carbon and biodiversity. Environ. Res. Lett. 114020. doi:10.1088/1748-9326/9/11/114020

Bustamante C. y L. Rojas-Salazar. (2018). Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades. Biodiversidad en la Práctica 3 (1): 1-2.

Cadavid Marín, G.H. (2014). Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del Proceso Siderúrgico. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

Cárdenas L. M. 2016. Aspectos ecológicos y silviculturales para el manejo de especies forestales. Revisión de información disponible para Colombia. Fundación Natura. Bogotá D. C. Colombia, 172 p. ISBN: 978-958-8753-23-2

Castaño, J.O., Misle Rodríguez, R., Lasso, L.A., Gómez Cabrera, A., Ocampo, M.S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes. Tecnura, 17(38), 121-129.

Chadid, M., Dávalos, L., Molina, J., Armenteras, D., 2015. A bayesian spatial model highlights distinct dynamics in deforestation from coca and pastures in an Andean biodiversity hotspot. Forests 6 (11), 3828–3846.

Chasqui V., L., A. Polanco F., A. Acero P., P.A. Mejía-Falla, A. Navia, L.A. Zapata y J.P. Caldas. (Eds.). (2017). Libro rojo de peces marinos de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Serie de Publicaciones Generales de INVEMAR # 93. Santa Marta, Colombia. 552 p.

Clerici, N., Salazar, C. Pardo Rubio, C., Jiggins, C., Richardson, J., Linares, M., 2018. Peace in Colombia is a critical moment for Neotropical connectivity and conservation: Save the northern Andes-Amazon biodiversity bridge. Conservation Letters. doi.org/10.1111/conl.12594

CONPES 3934 de 2018. Política de Crecimiento Verde. Bogotá- Colombia. URL: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3934.pdf

Cruz-Solano, D., Motta-Morales, J., García-Ubaque, C.A. Estimación de la pérdida de área en los humedales de Bogotá en las últimas cinco décadas debido a la construcción y sus respectivos efectos. Repositorio Universidad Distrital, disponible en http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5345

DANE (2019). PIB a precios corrientes - IV trimestre 2018. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/Anexos_produccion_corrientes_IV_2018.xlsx

Dávalos, L. M. (2001). The San Lucas mountain range in Colombia: how much conservation is owed to the violence? Biodiversity & Conservation, 10(1), 69–78. https://doi.org/10.1023/A:1016651011294

Dávalos, L.M., Holmes, J.S., Rodríguez, N., Armenteras, D., 2014. Demand for beef is unrelated to pasture expansion in Northwestern Amazonia. Biol. Conserv. 170, 64–73.

De la Hoz-M. J., L. O. Duarte y L. Manjarrés–Martínez. (2018). Análisis de las variaciones de los desembarcos pesqueros artesanales registrados en las diferentes cuencas y litorales de país durante el período julio-diciembre de 2018. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Bogotá, 77 p.

De la Hoz-M. J., L. Manjarrés–Martínez. (2018). Análisis de las variaciones de los desembarcos pesqueros industriales registrados en los litorales caribe y pacífico durante el período julio-diciembre de 2018. informe técnico. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena. 13 p.

Díaz Álvarez, C.J. (2011). Metabolismo de la ciudad de Bogotá D.C.: una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia.

Díaz, M., M. Garrido, N. Rodríguez, L.M. Mejía y J. Cantera. (2010). Diversidad de Especies Marinas, 213 – 246. En INVEMAR. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2009. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 319 p.

Díaz, S., Sebsebe Demissew, Julia Carabias, Carlos Joly, Mark Lonsdale, Neville Ash, Anne Larigauderie, et al. 2015. "The IPBES Conceptual Framework - Connecting Nature and People." Current Opinion in Environmental Sustainability 14: 1–16. doi:10.1016/j.cosust.2014.11.002.

DoNascimiento C, Herrera Collazos E E, Maldonado-Ocampo J A (2018): Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.10. Asociación Colombiana de Ictiólgos. Dataset/Checklist. http://doi.org/10.15472/numrso

Duarte L.O., L. Manjarrés–Martínez, J. De la Hoz-M, Cuello, F., Altamar J. (2018). Estado de los principales recursos pesqueros de Colombia. Análisis de indicadores basados en tasas de captura, tallas de captura y madurez. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Universidad del Magdalena.

El Tiempo, 2016. https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/tala-de-arboles-ilegal-en-colombia-51113

Espitia López, M., López Saavedra, L., Waldrón Rey, A., 2018., Estudio sectorial sobre la producción cárnica bovina en la Región Caribe. Contraloría General de la República, Contraloría delegada para el sector agropecuario, dirección de estudios Sectoriales. República de Colombia.

Estrada Orrego, V. (2017). ¿Cuántos somos? Una historia de los censos civiles y de la organización estadística en Colombia en la primera mitad del siglo XX. Historia Crítica, (64), 141-160.

Etter, A., McAlpine, C, Wilson, K., Phinn, S., Possingham, H. 2006. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. Agriculture, ecosystems & environment 114 (2-4), 369-386.

FAO (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales, 2010. Informe nacional sobre Colombia. 58 pp. URL: http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf

FAO (2015), Colombia. Pesca en cifras 2014, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma.

FAO (2010-2019). Implementation of the 1995 FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries - Web site. Code of Conduct for Responsible Fisheries. FI Institutional Websites. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 30 May 2018. [Cited 23 April 2019]. http://www.fao.org/fishery/

FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Fedegán, 2017. Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. http://www.fedegan.org.co

Fisher MC, Henk DA, Briggs CJ, Brownstein JS, Madoff LC, McCraw SL, et al. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. Nature. 2012;484:186–94.

Galindo, G., Cabrera, E., Vargas, D.M., Yepes A.P., Phillips, J.F., Navarrete, D.A., Duque, A.J., García, H. Corzo, G. Isaacs, P. & Etter, A., 2014. Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de Bosque Seco Tropical en Colombia: insumos para su gestión. En: Pizano, C. & García, H. (Eds.). El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá D. C., Colombia: IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

García, M.C., Ordoñez, M.F. 2011. Recomendaciones para el uso de metodologías de procesamiento digital de imágenes en la Cuantificación de la Degradación de bosques. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá D.C., Colombia.

Garzón Tovar, N., Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda El Mochuelo Bajo, Ciudad Bolívar, Bogotá DC, estudio de caso. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, 2013.

González-M R, García H, Isaacs P, Cuadros H, López-Camacho R, Rodríguez N, Pérez K, Mijares F, Castãno-Naranjo A, Jurado R, Idárraga-Piedrahíta Á, Rojas A, Vergara H, Pizano C. 2018. Disentangling the environmental heterogeneity, floristic distinctiveness and current threats of tropical dry forests in Colombia. Environ. Res. Lett. 13:045007.

González-Porto, J., Barandica, L. y J. De la Hoz-M. (2018) Pesquerías artesanales de Colombia: valor monetario de los desembarcos costos, ingresos y renta económica (período julio-diciembre de 2018). Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Bogotá, XX p.

Govindan, K., Soleimani, H., Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. European Journal of Operational Research, 240(3), 603-626.

Gutiérrez F. P. (2010). Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 118 pp.

Hernández-Barrero, S. Valderrama, M., Barreto, C., y Stotz., W. (en prensa). El paradigma de la sobrepesca en las pesquerías artesanales fluviales, ¿verdad o mentira?

Herrón, P., Stäbler, M., Castellanos-Galindo, G., Díaz, J. M., & Wolff, M. (2019). Towards ecosystem-based assessment and management of small-scale and multi-gear fisheries: insights from the tropical eastern Pacific. Frontiers in Marine Science, 6, 127.

Hoffman, C., García Márquez, J.R., Jrueger, T. 2018. A local perspective on drivers and measures to slow deforestation in the Andean – Amazonian foothills of Colombia. Land Use Policy 77: 379-391

Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A., Romijn, E., 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. Environ. Res. Lett. 7, 44009. doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009

Huang, S.L., Hsu, W.L. (2003). Materials flow analysis and energy evaluation of Taipei's urban construction. Landscape and Urban Planning, 63(2), 61-74.

IDEAM, 2018. Resultados del Monitoreo de la deforestación 2017. URL:. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023835/Resultados_Monitoreo_Deforestacion_2017.pdf

IDEAM & ECOFOREST, 2009. Diseño y puesta en marcha del instrumento de captura de datos (subregistro) e información generada por actividades informales en los procesos de extracción, transformación y comercio de productos forestales. Informe Final, URL:

http://www.ideam.gov.co/documents/13257/14105/Subregistro_Forestal.pdf/53ed1b9f-98d4-48a4-9462-7f5a05ad9db9

InvBasa (2019). plataforma para el registro y seguimiento de las especies invasoras en Colombia, resultados para la especie: Cichla ocellaris [Cited 19 April 2019] http://www.biovirtual.unal.edu.co/invbasa/es/especies-invasoras/list/

Jiménez M., Santana, F. (2017). Water Distribution System of Bogotá City and Its Surrounding Area, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá–EAB ESP. Procedia Engineering, (186), 643-653.

Kauffman EB, Kramer LD. Zika Virus Mosquito Vectors: Competence, Biology, and Vector Control. Journal of Infectious Diseases. 2017 Dec 15; 216(Suppl 10): S976–S990.

Kennedy, C., Pincetl, S., Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. Environmental pollution, 159(8), 1965-1973.

Khare, V., Nema, S., Baredar, P.. (2016). Solar–wind hybrid renewable energy system: A review". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 58, 23-33.

Kissinger, G., Herold, M., De Sy, V. 2012. Drivers of deforestation and forest degradation: a synthesis report for REDD+ policymakers. Lexeme Consulting. Vancouver, Canada.
Landínez, A. 2013. Uso y Manejo del Recurso Forestal en la Amazonía Colombiana: Particularidades Biológicas. JDC Cultura Científica. pp: 40-50.

Laboratorio de Ingeniería Sostenible. (2010). Huella ecológica del cemento. Universidad da Coruña/Fundación de la Ingeniería Civil de Galicia, España.

Landinez Herrera, N. (2017). Análisis de impactos ambientales de la explotación de materiales para el desarrollo de proyectos civiles en canteras del municipio de Soacha. Tesis, Universidad Católica de Colombia, 2017.

LaPolla JS, Brady SG, Shattuck SO. (2010). Phylogeny and taxonomy of the Prenolepis genus-group of ants (Hymenoptera: Formicidae). Systematic Entomology. 35 (1): 118–131. doi:10.1111/j.1365-3113.2009.00492.x. ISSN 1365-3113.

Lasso Alcalá, C.A., y Morales Betancourt, M. A. (2011). Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia: memoria técnica y explicativa, resumen ejecutivo. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto Humboldt. 118 p. Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia.

León, S. (2013). Indicadores de tercera generación para cuantificar la sustentabilidad urbana: ¿Avances o estancamiento? EURE (Santiago), 39(118), 173-198.

Lerner, A.M., Zuluaga, A.F., Chará, J., Etter, A., Searchinger, T. 2017. Sustainable Cattle Ranching in Practice: Moving from Theory to Planning in Colombia's Livestock Sector. Environmental Management 60(2):176-184.

Longcore JE, Pessier AP, Nichols DK. Batrachochytrium dendrobatidis gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. Mycologia. 1999;91:219–27.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, Unidad de Planeación Rural Agropecuaria - UPRA. 2015. Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales – Colombia escala 1:100.000. Consultado en: http://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Zonificaci%C3%B3n+para+Plantaciones+Forestales/985d4bad-a72a-40b4-9dad-639656b295b3

MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Pacto Intersectorial de la Madera Legal Edición No. 4 2015 -2018 Pacto Intersectorial por la Madera Legal en Colombia. URL: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/1._Pacto_Intersectorial_por_la_Madera_Legal_en_Colombia._Edici%C3%B3n_4._2015_-_2018.pdf

MADS - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques. Consultado en: https://redd.unfccc.int/files/eicdgb_bosques_territorios_de_vida_web.pdf

McAlpine, C.A,, Etter, A., Fearnside, P.M, Seabrook, L., Laurance, W.F. 2009. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. Global Environmental Change 19: 21-33

Marrero, M., Martínez Escobar, L., Leiva, C., Mercader, M.P. (2013). Minimización del impacto ambiental en la ejecución de fachadas mediante el empleo de materiales reciclados. Informes de la construcción, 65 (529), 89-97.

Martínez, J., Cajas, Y.S., León, J.D., Osorio, N.W., 2014.Silvopastoral Systems Enhance Soil Quality in Grasslands of Colombia. Applied and Environmental Soil Science, vol. 2014, Article ID 359736, 8 pages, 2014. https://doi.org/10.1155/2014/359736.

Martínez Ortíz, J.A. (2017). Impactos ambientales por extracción de material de arrastre. Tesis, Universidad Católica de Manizales.

Minminas. (2013). Explotación de materiales de construcción, canteras y material de arrastre. Bogotá: Minminas.

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

Molina-Prieto, L.F. (2015). Gestión urbana del recurso pluvial: estrategias, políticas y normativa urbana en cinco países europeos. Revista de Investigación, 8(1), 125-138.

Molina-Prieto, L.F., Villegas Rodríguez, E. (2015). Ciudades sensibles al agua: paradigma contemporáneo para gestionar aguas urbanas. Revista de Tecnología, 14(1), 53-64.

Nastasi, B., Basso, G.L. (2016). Hydrogen to link heat and electricity in the transition towards future Smart Energy Systems. Energy, 110, 5-22.

OCDE - Organization for Economic Cooperation and Development (2016). Fisheries and Aquaculture in Colombia. http://www.oecd.org/tad/fisheries/

OIMT (2012). Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. URL: https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=3537&no=1&_lang=es

ONF Andina. 2014. Experiencias de Manejo Forestal Sostenible en Colombia. Convenio de Asociación Nro. 476 de 2004, suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y ONF Andina. Informe Final. 79 p.

ONF Andina. 2018. Diagnóstico sintético del sector forestal en Colombia: Principales características, barreras y oportunidades para su desarrollo. Misión de Crecimiento Verde Global Green Growth Institute GGGI - Departamento Nacional de Planeación DPN.

Orozco, J. M.; Mogrovejo, P.; Jara, L.F.; Sánchez, A.; Buendia, B.; Dumet, R. y Bohórquez, N. 2014.*Tendencias de la Gobernanza Forestal en Colombia, Ecuador y Perú*. TRAFFIC. Cambridge.

Padilla, A.J., Trujillo, J.C. (2018). Waste disposal and households' heterogeneity. Identifying factors shaping attitudes towards source-separated recycling in Bogotá, Colombia. Waste Management, 74, 16-33.

Pardo Martínez, C.I. (2015). Energy and sustainable development in cities: A case study of Bogotá. Energy, 92, 612-621.

Pardo Martínez, C.I., Alfonso Piña, W.H. (2015). Recycling in Bogotá: a SWOT analysis of three associations to evaluate the integrating the informal sector into solid waste management. International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 9(6), 1788-1793.

Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., y Torres, F. (1998). Fishing down marine food webs. Science, 279(5352), 860-863.

Pearson TRH, Brown S, Murray L, Sidman G. 2017. Greenhouse gas emissions from tropical forest degradation: an underestimated source. Carbon Balance and Management 12:3. doi 10.1186/s13021-017-0072-2.

Ramírez Rojas, M.I. (2008). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, 2008.

Ramírez Rojas, L. (2018). Una evaluación de la influencia del flujo hidrológico causado por la expansión urbana en la ciudad de Bogotá. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Restrepo Carvajal, C.A., Taborda Osorio, J.F. (2017). El mercado colombiano del acero estructural en el contexto de la globalización. Revista Ciencias Estratégicas, 25(38), 339-359.

Rey Hernández, P.A. (2010). Bogotá 1890-1910: población y trasformaciones urbanas. Territorios, (23), 13-32.

Ricaurte, L.F,m Olaya-Rodríguez, M.H., Cepeda-Valencia, J., Lara, D., Arroyave-Suárez, J., Finlayson, C.M., Palomo, I., 2017. Future impacts of drivers of change on wetland ecosystem services in Colombia. Global Environmental Change 44: 158-169

Ríos Ocampo, J.P., Olaya Morales, Y., Rivera León, J.G. (2017). Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 16(31), 75-95.

Rodríguez, A., Rueda, M., Viaña Tous, J., Garcia Valencia, C., Rico Mejía, F., García Vargas, L., y Girón, A. (2012). Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012 (No. PDF 950)).

Rosero Giraldo, J.M. (2017). Desigualdad en la conservación de los humedales urbanos en Cali: caracterización desde la economía política. Tesis, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Roux Gutierrez, R.S., García Izaguirre, V.M., Espuna Mujica, J.A. (2015). Los materiales alternativos estabilizados y su impacto ambiental". Nova scientia, 7(13), 243-266.

Salgado Ramírez, C. (2009). Diagnóstico sobre estado y manejo de escombros en el distrito Capital Bogota; Estudio de caso escombrera reserva ecologica privada La Fiscala. Tesis pregrado Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Shafland, P. L. (1999). The introduced butterfly peacock (Cichla ocellaris) in Florida. I. Fish community analyses. Reviews in Fisheries Science, 7(2), 71-94.

SIB Colombia (2019). Biodiversidad en Cifras. [Cited 20 April 2019] https://sibcolombia.net/actualidad/biodiversidad-en-cifras/

Skerratt LF, Berger L, Speare R, Cashins SD, McDonald KR, Philott AD, et al. Spread of chytridiomycosis has caused the rapid global decline and extinction of frogs. EcoHealth. 2007;4:125–34.

Steinfeld, H., Wassenaar, T., 2007. The role of livestock production in carbon and nitrogen cycles. Annual Review of Environment and Resources 32, 271–294

Tanikawa, H., Fishman, T., Okuoka, K., Sugimoto, K. (2015).The weight of society over time and space: A comprehensive account of the construction material stock of Japan, 1945–2010. Journal of Industrial Ecology, 19(5), 778-791.

Uzcátegui, C., Zaldumbide, D., González Ordóñez, A.I. (2017). Agricultura urbana sobre la base de sostenibilidad de las ciudades. Revista científica Agroecosistemas, 5 (1), 84-89.

Vargas N, Gonçalves SC, Franco-Molano AE, Restrepo S, Pringle A. Amanita muscaria, introduced from Eurasia, is expanding its range into native *Quercus humboldtii* forests in Colombia. Aceptado.

Vargas, O., 2011. Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación. Acta Biológica Colomb. 16, 221–246.

Vargas Ríos, O., Disturbios en los páramos andinos, 2014. In: Cortés-Duque, J. y Sarmiento, C. (Eds). 2013. Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

Vásquez-Granados, A., Abarca-Guerrero, L. (2018). Trazabilidad de la varilla de acero para construcción# 3 en ArcelorMittal Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 31(1), 131-143.

Vásquez-Ochoa A, Bahamon Carmona P, Prada Salcedo LD, Franco-Correa M. Detección y cuantificación de Batrachochytrium dendrobatidis en anfibios de las regiones andina central, oriental, orinoquia y amazonia de Colombia. Herpetotropicos. 2012;8(1-2):13-21.

Velásquez-E, Castro F, Bolívar-G W, Herrera MI. Infección por el hongo quítrido Batrachochytrium dendrobatidis en anuros de la cordinllera occidental de Colombia. Herpetotropicos. 2008;4(2):65-70.

Wadel, G., Avellaneda, J., Cuchí, A. (2010). La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales”. Informes de la Construcción, 62(517), 37-51.

Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. Scientific American, 213(3), 179-190.

Zaret, T. M., & Paine, R. T. (1973). Species introduction in a tropical lake: A newly introduced piscivore can produce population changes in a wide range of trophic levels. Science, 182(4111), 449-455.



7. BOXES

BOX1. La rehabilitación de ecosistemas como respuesta a los motores de pérdida

Caso 1: Humedales de la Mojana

La Mojana, región localizada en el norte de Colombia entre los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba y Sucre, es una gran planicie de inundación que se forma por el encuentro de los ríos Cauca y San Jorge en un intrincado sistema de humedales compuesto por pantanos, ciénagas, y caños que los conectan. Este territorio fue habitado por el pueblo Zinú hasta su desaparición, quienes son reconocidos por su cultura anfibia, ya que adaptaron las viviendas, el transporte y la forma de obtener los alimentos, a una variación radical en la configuración y funcionamiento de sus ecosistemas causada naturalmente por las inundaciones y sequias periódicas. En la actualidad, esta planicie inundable es un socioecosistema condicionado por una enorme actividad agrícola basada principalmente en el cultivo de arroz y la ganadería (Jaramillo et al., 2019).

No obstante, eventos climáticos extremos recientes han generado una alteración masiva de su integridad ecosistémica que, sumados a la contaminación hídrica, la deforestación, el taponamiento de los caños, la potrerización y la pérdida de especies estratégicas de flora y fauna, han reduciendo cada vez más los servicios ecosistémicos, derivados por la pérdida de la conectividad hidráulica y la cobertura vegetal de estos ecosistemas. Como consecuencia, las inundaciones y las sequias además de ser cada vez más impredecibles, tienen cada vez mayor intensidad y los efectos negativos sobre sus comunidades y la biodiversidad son cada vez más devastadores.

Este disturbio justificó la ejecución de estrategias para la rehabilitación de los ecosistemas de humedal –ríos, caños, arroyos, ciénagas y zapales- y los modos de vida tradicionales, siendo esta una iniciativa que busca recomponer la estructura ecológica y el suministro de los servicios ecosistémicos para el bienestar de sus habitantes, intentando preparar y fortalecer sus comunidades a través de la adaptación a las dinámicas naturales de una planicie de inundación. Por supuesto, restaurar un ecosistema de este tipo supone grandes retos pues exige diseñar estrategias que funcionen y sobrevivan en cualquier momento hidrológico del año y diseñar a

partir del entendimiento y reconocimiento de conocimiento tradicional de las comunidades que habitan en la región (Jaramillo et al., 2019).

Para lograr lo anterior entre el 2016 y 2018 en siete comunidades de los municipios de Ayapel (Córdoba) y San Benito Abad y San Marcos (Sucre). Se rehabilitaron ecosistemas de humedal, que tomando como base estudios ecológicos, buscó la generación de condiciones para reiniciar o acelerar procesos de sucesión que condujeran a la recuperación de las coberturas vegetales, mediante el uso de especies nativas de la zona que estuvieran adaptadas a las condiciones particulares de cada ecosistema, lo que permitió diseñar arreglos florísticos para cada tipo de humedal, en los que se sembraron más de 30000 plantas que cubrían un total de 380 ha aproximadamente, facilitando la recuperación de la conectividad ecológica en más de 4800 hectáreas en La Mojana.



Transporte de material vegetal para la rehabilitación de humedales. Fotografía Natalia Gómez.

Para la rehabilitación de los modos de vida tradicionales, se levantó información sobre la percepción comunitaria de los servicios ecosistémicos y trabajó con 20 familias de la región, quienes lograron rescatar espacios aledaños a sus casas, transformándolos en patios productivos biodiversos, en los que fue posible la recuperación de prácticas tradicionales de siembra y uso de diferentes especies en la cocina.



Líder Comunitaria y el patio productivo biodiverso. Fotografía Klaudia Cardenas

El reto actualmente es el de monitorear, junto con las comunidades locales, los efectos que ha tenido el proyecto de rehabilitación con el fin de adquirir datos que aporten a proyectos futuros de rehabilitación en regiones de ecosistemas sensibles y estratégicos. Este y otros proyectos de restauración deben mostrar modelos que permitan responder a los tomadores de decisiones, frente a los profundos procesos de degradación de ecosistemas estratégicos en el país.

Jaramillo Villa Úrsula, Cárdenas Klaudia, Ayazo Toscano Ronald, Vargas William, Gómez Natalia, Linares Juan C, Carrillo Merly, Martínez Andrea y Ramírez Wilson. 2019. Recuperar modos de vida, para rehabilitar ecosistemas: Rehabilitación del socioecosistema anfibio en la Mojana. Ficha RET 404. En: Moreno, L. A., Rueda, C. y Andrade, G. I. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2019. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. XXp

Capítulo 5. Conocimientos indígenas y locales

Coordinadores: Edith Bastidas, Paula Ungar.

Autores: Hernando Chindoy, Juliana Muñoz, Visnú Posada, Alba Alicia Rosero, Carlos Tapia, Maria Clara van der Hammen, Deisy Rosero, Jose Absalón Suárez.

Resumen ejecutivo

Este capítulo busca hacer visible la diversidad de sistemas de conocimiento de los pueblos y comunidades indígenas, negros, afrodescendientes, palenqueros raizales, Rom, campesinos y locales del país (INAPRRCL)[2] acerca de la naturaleza y los sistemas de vida de nuestro país, y llamar la atención sobre la importancia de estos conocimientos para la biodiversidad y el buen vivir de la sociedad.

Se busca que su inclusión en esta Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos permita contrastar y complementar los conocimientos y aportes que especialistas científicos académicos desarrollan en sus diferentes capítulos y contribuyan a comprender mejor las estrechas relaciones existentes entre la diversidad biológica y cultural del país. De esta forma se adopta el principio fundamental de la IPBES que llama a *"Renocer y respetar las contribuciones de los conocimientos indígenas y locales a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas"* (UNEP/IPBES.MI/2/9, Appendix 1, para. 2 (d)) [3].

La consideración de estos variados sistemas de conocimiento, en diálogo con el conocimiento científico, busca aportar elementos para la construcción de una visión más integral de las dinámicas bioculturales del país. Además, pretende enriquecer la mirada a nuestros territorios, ecosistemas y especies al hacer visibles otras formas de conocer y algunas de las dimensiones

---

[2] Si bien IPBES se refiere a "conocimientos indígenas y locales" y en este documento haremos mención a esta misma sigla (CIL), es fundamental visibilizar desde el inicio la diversidad de conocimientos y pueblos del país, por lo que para referirnos a los pueblos y comunidades étnicas y locales del país empleamos temporalmente la expresión adoptada en la "*Propuesta de Política pública Pluricultural para la Protección de los Sistemas de Conocimiento Tradicional Asociado a la Biodiversidad*" (Proyecto Col 7446 GEF PNUD MADS) por considerarla la más incluyente

[3] Aún cuando el marco conceptual de la IPBES reconoce la importancia de otros sistemas de conocimiento y la plataforma ha puesto de relieve la importancia de considerar los conocimientos indígenas y locales (ILK por su sigla en inglés) en sus evaluaciones globales y temáticas, ningún informe final ha incluido un capítulo específico que explícitamente incluya las perspectivas de pueblo indígenas y comunidades locales. La Evaluación Nacional de Colombia es el primer intento en este sentido.

espirituales que hacen parte fundamental de estos conocimiento. Igualmente, pone de relieve que los pueblos y comunidades "portadores" o "sujetos" de estos conocimientos, han hecho contribuciones históricas en el cuidado de las diversas expresiones de la vida basados en sus cosmogonías, saberes y modelos propios de relacionamiento con la "madre naturaleza" o "madre tierra" y por tanto deben ser considerados como actores centrales en la definición de políticas públicas para la gobernanza del territorio y el impulso a los cambios requeridos para la protección efectiva de los valores biológicos y culturales de las regiones que habitan, del país y del planeta.

Para el desarrollo del capítulo, y como aporte fundamental a toda la Evaluación, se ha convocado a hombres y mujeres expertos pueblos y comunidades indígenas, negras, afrocolombianas, palenqueras raizales, Rom, campesinas y locales del país para participar como autores (siguiendo la metodología de la IPBES basada en aportes voluntarios de expertos). También se realizó un taller los días 7 y 8 de junio en la ciudad de Bogotá en el que se intercambiaron ideas sobre la mejor forma de incluir sus voces, conocimientos, cosmovisiones, preocupaciones y propuestas en la Evaluación. Las memorias de ese taller harán parte de los anexos del documento final de la Evaluación y los aspectos discutidos y propuestas serán considerados en la redacción de todos los capítulos y en la preparación de los mensajes claves y recomendaciones que se incluirán en el documento resumen para tomadores de decisiones. En la versión que aquí se presenta (*15 de julio 2019*) estas memorias han sido integradas parcialmente. Se señalan las secciones en donde está pendiente esta integración. Este texto será enviado igualmente para la revisión por parte de los participantes en el taller.

Se espera que en lo que queda del año puedan vincularse más autores y colaboradores de pueblos indígenas y comunidades campesinas y locales. Igualmente, se está trabajando en concretar la posibilidad de realizar nuevas reuniones y definir estrategias para fortalecer la vinculación/articulación pública con la Evaluación en el segundo semestre para que una mayor diversidad de voces indígenas, de grupos étnicos, campesinos y locales puedan enriquecer el trabajo.

En desarrollo del capítulo y en los aportes que sus autores realicen a los demás capítulos de la Evaluación se tendrá presente que los conocimientos se diferencian entre identidades y roles de género y entre individuos y comunidades, determinados por relaciones sociales históricas y condicionados por diferentes contextos ecológicos. Estos saberes específicos también se

despliegan y mantienen a través de canales particulares de transmisión y se ven afectados de maneras distintas por las distintas amenazas que afectan los sistemas de vida.

Relación de este capítulo con otros

"No puede ser un solo capítulo pues nosotros ostentamos gran responsabilidad por el hecho de habitar en territorios de gran diversidad...
...hacer énfasis en que no solo es un capítulo, debe ser transversal y debe hacerse honor a un país multicultural..."

Danilo Viñafañe, indígena Arhuaco de la Sierra Nevada de Santa Marta

"Nuestra voz debe estar en todos los capítulos"

Evelyn Acosta, indígena Wayú de la Guajira

Como se señaló en el taller realizado el 7 y 8 de junio, los aportes de los participantes en ese evento y las contribuciones de los coautores expertos comunitarios a la Evaluación no pueden contenerse exclusivamente en un capítulo.

Este capítulo se relaciona con otros capítulos de la Evaluación pues provee visiones propias de los distintos pueblos y comunidades sobre el estado de los sistemas de vida en el país. Como complemento y aporte al Capítulo 2 se enfatiza en la existencia de una estrecha relación entre territorios de gran riqueza biológica y grupos humanos indígenas, negros, raizales, palenqueros y campesinos. Por tanto se propone ir más allá de inventarios de especies para dar cuenta del estado de la diversidad de especies,cosistemas y paisajes en relación con la diversidad cultural, haciendo énfasis en el concepto de áreas de especial importancia biocultural, su estado y sus dinámicas de transformación.

El capítulo pone en evidencia que existen lógicas contrastantes entre el conocimiento cientifico académico y los sistemas de conocimientos tradicionales indigenas y locales que no pueden ser fácilmente traducibles, reducirse a unas formas únicas o ser "validados" por la ciencia académica. Se reconoce la dificultad de asumir los conceptos de "biodiversidad", "servicios

ecosistémicos” o “conservación” como conceptos universales y objetivos, y que todos los grupos humanos entienden de manera similar[4].

El capítulo aporta elementos para entender las relaciones entre seres humanos y naturaleza desde perspectivas múltiples y a profundizar en el entendimiento de las contribuciones de la naturaleza a las personas, que se tratan en el capítulo 3, desde una perspectiva plural que trasciende lo material e incorpora dimensiones culturales. Derivado de concepciones que consideran a los seres humanos como parte integral de la llamada “naturaleza” y del “orden natural”, la gran mayoría de pueblos indigenas y comunidades campesinas tradicionales conciben la relación entre el mundo humano y el no-humano como una relación recíproca y, en distintas expresiones, coinciden en el hecho de que no se puede asumir una relación utilitaria o instrumental con las plantas, los animales u otras formas de vida – incluidos, el viento, el agua, las rocas, los ríos y humedales, las cascadas y montañas o el mundo espíritual en su variadas expresiones-. Como parte de estos principios básicos de interdependencia se enfatiza en que las personas también contribuyen con la naturaleza pues hacen parte de ella y deben retribuirla o nutrirla con sus actos y pensamientos con el fin de mantener el equilibrio y la “buena vida”.

Este capítulo también pretende hacer visibles las formas en que los pueblos indígenas y las comunidades locales comprenden la transformación de los sistemas de vida, tema tratado en el capítulo 4. Específicamente aporta elementos para identificar las principales amenazas que existen sobre sus sistemas de conocimientos, sus cosmovisiones y valores, las prácticas asociadas y las formas de organización e instituciones que han configurado en distintos contextos bioculturales.

[4] Como se hará evidente en este capítulo, para los pueblos indigenas no existe el equivalente en lengua del concepto de biodiversidad y tampoco se emplea algún término para denominar lo que en occidente se ha denominado “naturaleza”. Igualmente extraño es el concepto de “servicios ecosistémicos”. Estas diferencias no son solo formales y ponen de manifiesto la existencia de lógicas encontradas en las que los sistemas de conocimiento indigenas, tradicionales y locales se distancian de las posturas de la ciencia y el pensamiento occidental caracterizada por su carácter individualista, su perspectiva instrumental de la naturaleza, en la que los sujetos se distancian del mundo para conocerlo y se consolida un pensamiento dualista basado en la separación tajante entre sujeto y objeto, y las dicotomías sociedad-naturaleza, mente-cuerpo, razón-emoción, juicios objetivos-valores, entre otras (Escobar, 2018)

Las perspectivas de pueblos y comunidades recogidos en este capítulo servirán para nutrir el análisis de las políticas y en general los modelos de gobernanza relacionados con la gestión de la diversidad biológica de los territorios y el buen vivir de las poblaciones. Igualmente, darán elementos para recomendar ajustes en los arreglos políticos, normativos e institucionales que regulan las relaciones entre las personas y de éstas con sus territorios, incluidas las formas e instancias de participación y toma de decisiones que median entre las comunidades, sus organizaciones y autoridades, las empresas privadas y las entidades públicas a diferentes escalas de la gobernanza. Todo lo anterior complementando lo considerado en el Capítulo 7.

El capítulo busca igualmente contribuir con el capítulo 6 explorando la construcción de escenarios futuros que consideren las visiones, propuestas alternativas y estrategias comunitarias de resistencia de pueblos indígenas y comunidades campesinas y locales frente a procesos de afectación de sus territorios y cultura.

Organización del capítulo

En primer lugar, en la sección 5.0, se presenta un marco común de entendimiento que precisa los conceptos y alcances de la terminología que se emplea a lo largo del capítulo. En la sección 5.1 pretendemos hacer visible, en primer lugar, la distribución en el país de las comunidades indígenas y locales en relación con la distribución de la biodiversidad, y en segundo lugar, las políticas e instrumentos del Estado colombiano orientados a reconocer y proteger los CIL, en el contexto de las políticas globales al respecto. En la sección 5.2 buscamos documentar la magnitud y diversidad del CIL en el país a través de una revisión de diferentes tipos de fuentes y dar cuenta del trabajo realizado por organizaciones dedicadas a la promoción, protección y fortalecimiento de los CIL en el país. Las dos secciones finales están dedicadas, respectivamente, a llamar la atención sobre las principales amenazas a las que están sujetos los CIL en Colombia, y a las formas en que estas comunidades enfrentan dichas amenazas.

1. Marco conceptual

En el propósito de incluir las visiones y aportes de los pueblos y comunidades indígenas, negras, afrocolombianas, palenqueras raizales, Rom, campesinas y locales (INAPRRCL) del

país en este capítulo y en la Evaluación, se considera de vital importancia establecer en un marco común de entendimiento que precise los conceptos y alcances de la terminología empleada en relación con los conocimientos indígenas, tradicionales o locales, desplegados en marcos culturales, cosmovisiones y lógicas diferentes a los de la ciencia académica occidental.

La denominación de “conocimientos indígenas y locales” adoptada por la IPBES (como ILK por sus siglas en inglés) es asumida entonces de manera crítica y reflexiva partiendo del enfoque de *ontologías relacionales* promovida por académicos críticos latinoamericanos. Este enfoque, más que considerar simplemente la existencia de epistemolgías diferenciadas entre variados sistemas de conocimiento, concibe la existencia de naturalezas múltiples anidadas en las diversas cosmovisiones de pueblos y comunidades. Desde este enfoque no es posible concebir estos conocimientos tradicionales, propios o locales fuera de su contexto territorial histórico y tratarlos simplemente como conjuntos de datos o información referidos a la existencia de plantas, animales o ecosistemas y a las diversas formas de uso por parte de las personas, análogos a los conocimientos producidos por la ciencia académica. Se insiste en que deben ser tratados como verdaderos “sistemas de conocimientos”, como arreglos complejos de saberes que se despliegan como sentipensamientos de un mundo constituido por inter-relaciones entre seres vivientes, objetos materiales, espíritus y entidades de diferentes “mundos” interconectados e inseparables de prácticas de manejo, valores y creencias, instituciones sociales y cosmovisiones (Escobar, 2018)

Se entienden entonces los conocimientos indígenas y locales como sistemas dinámicos de saberes y prácticas a partir de los cuales se “es” con/en el(los) mundo(s) humano(s) y no humano(s). Formas complejas de interpretación e interacción que constituyen sistemas de vida y que se manifiestan en tantas formas como las que existen en la diversidad de culturas humanas que cohabitan en el país.

De manera simplificada y con fines operativos, el ecólogo canadiense Fikret Berkes nos propone un marco básico, con una figura en forma de elipses concéntricas, para el análisis de estos sistemas de conocimiento y manejo. En él se expresa la interdependencia entre sistemas de manejo del territorio (prácticas, instrumentos, herramientas socialmente empleados), que incluyen conocimientos empíricos indígenas y locales (sobre las plantas, los animales, la tierra y los paisajes y sus respectivas taxonomías). Estos niveles a su vez a su vez inscritos en una dimensión institucional (de normas, formas de organización y códigos de comportamiento

basadas en principios de coordinación y cooperación) y, finalmente, los anteriores niveles inscritos en un nivel superior de cosmovisiones (que moldean las percepciones, formas de concebir el universo y dar sentido al mundo, expresadas de manera general como religiones, principios éticos y sistemas de valores) (Berkes, 2008)

La figura que resume la aproximación conceptual de Berkes (2008) resulta útil para orientar el análisis de los sistemas de conocimiento indígena y local atendiendo a lo que él denomina de manera resumida como un “complejo conocimientos-prácticas-creencias” para referirse al conocimiento tradicional:

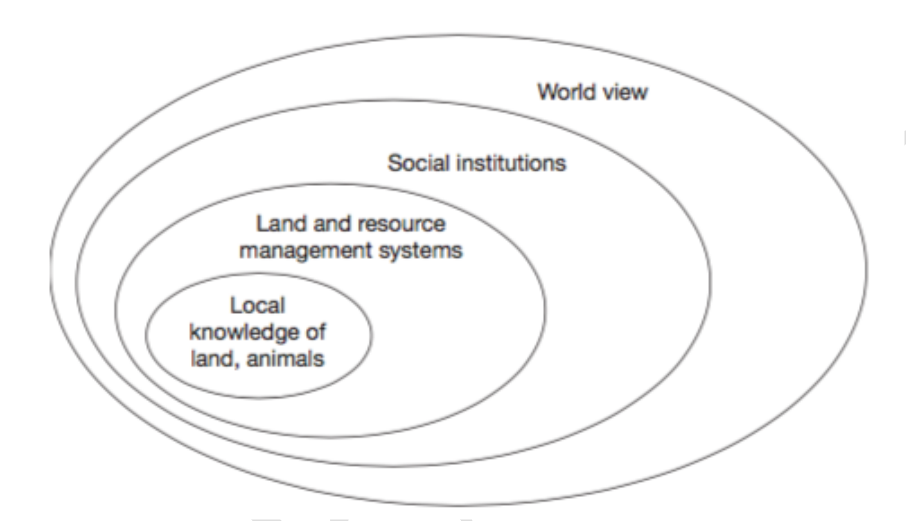


Figura 2. Niveles para el análisis de los sistemas de conocimiento y manejo (tomado Berkes 2008).

Atendiendo este enfoque, es necesario considerar adecuadamente conceptos/categorías, usualmente no empleados en las evaluaciones científicas sobre el estado y las transformaciones de biodiversidad y los servicios ecosistémicos, como “Madre Tierra”, “Buen Vivir”, “Ley de Origen” y otros conceptos (específicos o comunes) referidos a las formas de vida y las relaciones materiales e inmateriales que existen entre ellas y con los seres humanos, la astronomía, la meteorología, el estado del tiempo y los cambios estacionales, las taxonomías y modelos de interpretación de los paisajes y fenómenos del territorio, al igual que las visiones del mundo o cosmovisiones de diversos pueblos indígenas, negros, raizales, palenqueros, Rom y de comunidades campesinas tradicionales y locales. Esta perspectiva también permite aproximarse a comprender cómo se construyen, emplean -y se diferencian de aproximaciones

de la ciencia académica-, conceptos como género, biodiversidad, naturaleza, ecosistemas y territorio a partir de múltiples sistemas de conocimiento. En esta sección se ilustrará esa gran riqueza de conceptos propios de pueblos y comunidades en torno a la naturaleza a partir de algunos casos emblemáticos del país.

En la consideración de los variados sistemas de conocimientos de pueblos y comunidades es importante resaltar especialmente que éstos solo existen en relación con los sujetos sociales que los generan y renuevan constantemente a través de sus prácticas concretas (productivas, rituales, políticas, etc.) y en relación con otros grupos sociales, empresas y entidades con los que comparten o disputan sus territorios y proyectos de vida. Como se verá en los mensajes claves y recomendaciones propuestas por las comunidades, la protección de sus conocimientos tradicionales y locales implica proteger los modelos de manejo/cuidado de sus territorios, reconocer y respetar sus formas de organización y sus cosmovisiones, por lo tanto garantizar el ejercicio de los derechos (sociales, económicos, culturales y políticos) consagrados en tratados y disposiciones político-normativas del ámbito internacional y nacional.

Al usar los términos de “conocimientos indígenas y locales”, o su variante en singular, este capítulo abarca términos afines frecuentemente utilizados en la literatura, tales como conocimiento local, conocimientos indígenas, conocimiento tradicional, conocimiento ecológico tradicional o saberes y conocimientos ancestrales o tradicionales. Específicamente, y en sentido operativo, el capítulo se refiere a conocimientos indígenas como aquellos asociados a los pueblos indígenas, y a conocimientos locales como aquellos también asociados a los vínculos vitales entre grupos humanos y los territorios que habitan, que no se identifican como indígenas (ROM, raizales, afro, campesinos y pescadores)[5].

[5] Como se discutió en el taller con expertos comunitarios en los días 7 y 8 de junio en Bogotá , las expresiones generales “*conocimientos indígenas y locales*” o “*comunidades indígenas y locales*” (traducciones derivadas del inglés ‘indigenous and local knowledge’ y ‘indigenous and local communities’ empleadas en documentos IPBES) se consideran marcadamente restrictivas e inadecuadas para referirse a la diversidad de pueblos indígenas , grupos étnicos y comunidades campesinas y locales de nuestro país. Su empleo en algunos apartes de este capítulo y de la Evaluación (lo mismo que la expresión “Pueblos y comunidades”) se hace con fines de simplificar la redacción y lectura de los textos pero con la aclaración de que no se desconoce la categoría de “pueblos” que han reclamado nuestras comunidades indígenas y que es reconocida según principios y tratados internacionales y tampoco se pretende invisibilizar su diversidad, o desconocer la existencia de distintos grupos étnicos del país y de comunidades campesinas y locales que no se autoidentifican como indígenas pero luchan por su reconocimiento como sujeto social y político, como poseedoras de identidad cultural y que reclaman como autoridad legítima en la gestión de los territorios que habitan.

Para el caso particular de los conocimientos indígenas, se han conceptualizado como: "*Memoria colectiva, pasada, presente y futura de los diferentes pueblos indígenas, respecto de las relaciones entre las personas, y de ellas, su entorno, sus seres sobrenaturales, que enseña cómo sembrar, como comer, como curarse, en una palabra como vivir en comunidad*" (Bastidas)

De manera general, y en el contexto colombiano, se ha avanzado en una definición amplia e incluyente de "conocimiento tradicional" en el marco del esfuerzo por construir una Propuesta de Política pública Pluricultural para la Protección de los Sistemas de Conocimiento Tradicional Asociado a la Biodiversidad" (Proyecto Col 7446 GEF PNUD MADS) (GEF, PNUD, MADS, 2013).

En esta propuesta, los conocimientos tradicionales se definen como:

> *"(El) Conjunto complejo y dinámico de saberes, prácticas, innovaciones, usos, manejos, costumbres, ideas, símbolos, representaciones, principios, reglas, interpretaciones y relaciones complejas con la biodiversidad, la naturaleza, el territorio y el cosmos, que los pueblos y comunidades Indígenas, Negras, Afrocolombianas, Raizales, Palenqueras, Rom Campesinas y Locales poseen y recrean"*

En cuanto a la definición de las comunidades poseedoras de los conocimientos tradicionales, las definiciones de estos términos no son universalmente aceptadas y son permanente fuente de disputas, por esta razón términos como "pueblos indígenas" o "comunidades locales" no han sido definidos en el glosario de términos del Convenio sobre Diversidad Biológica ni en documentos de la IPBES. Incluso en la Declaración de las Naciones Unidas sobre Pueblos Indígenas, no se adopta una definición universal sobre el término de pueblos indígenas y, en nuestro país algunas organizaciones negras reivindican la denominación de "pueblo negro" sin que ésta haya sido adoptada oficalmente en documentos de política o en la legislación nacional.

1. 1. Pueblos indígenas y comunidades locales en el contexto nacional

Esta sección pretende hacer visible, en primer lugar, la distribución demográfica y territorial de las comunidades indígenas y locales en el país, en relación con la distribución de la biodiversidad, y en segundo lugar, las políticas e instrumentos del Estado orientados a reconocer y proteger los CIL.

1.1.1 Diversidad biocultural y de conocimientos en Colombia[6]

En Colombia, los pueblos y comunidades indígenas, negras, afrocolombianas, palenqueras raizales, Rom, campesinas y locales (INAPRRCL) que perviven en sus territorios y en distintos contextos ecológicos son quienes mantienen y recrean su cultura y los complejos sistemas de conocimientos indígenas y locales para el uso, manejo y protección de sus territorios y de la biodiversidad que los constituye[7]. En este sentido, el concepto de diversidad biocultural resulta útil, en la medida en que se refiere a los estrechos vínculos entre la diversidad cultural y la diversidad biológica (Referencias: Toledo)[8].

Es posible tener una primera aproximación a la diversidad cultural del país a través de fuentes oficiales y de otro tipo, información que se sintetiza a continuación[9].

De acuerdo con los datos del censo del DANE, en Colombia existen 87 pueblos indígenas, tres etnias diferenciadas de población afrocolombiana y el pueblo rom o gitano[10]. Otras fuentes como la ONIC habla de 102 pueblos indígenas. Las comunidades campesinas no han sido

---

[6] Si bien en esta versión del capítulo se ha hecho una primera aproximación a los datos relevantes para esta sección (Censo DANE 2005, avances del censo 2018, 3er Censo Nacional Agropecuario), es importante complementar con la revisión de otras fuentes especializadas (DNP y otras fuentes especializadas, incluyendo principalmente información de la ONIC, CECOIN, Ministerio de Salud, Incoder Oxfam, Instituto Humboldt, ONG, de proyectos especiales referidos a la protección del conocimiento tradicional y, eventualmente, la proveniente de Centros Académicos, y de expertos comunitarios, entre otros).

7 Se emplea la expresión "sistemas de conocimiento (indígena y local)" para hacer explícito que no se trata de conocimientos aislados que puedan ser abordados como elementos discretos independientes de los contextos concretos en los que se reproducen y que incluyen complejos arreglos de cosmovisiones, saberes, prácticas, usos y costumbres, instituciones, formas de gobernanza, tecnologías e innovaciones.

8 Incluir lo relacionado al desarrollo del concepto de patrimonio biocultural, tema que ha sido discutido en la corte Constitucional http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Encuentro%20Jurisdiccional%202014.pdf

[9] Ver apartado final de esta sección sobre las limitaciones de la información oficial al respecto.

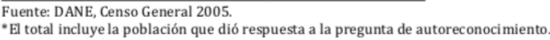
[10] DANE (2007) "*Colombia una nación multicultural: su diversidad étnica*", Pág. 9

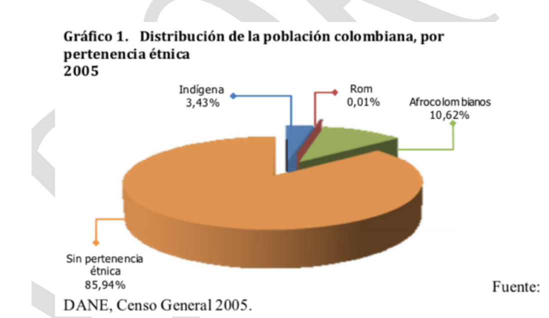
reconocidas como un grupo, por lo que su visibilización en las estadísticas nacionales es limitado

Según los datos del censo nacional del año 2005, la población indígena corresponde a *1.392.623* personas, equivalente al 3,43% de la población nacional, la población negra o afrocolombiana a *4.311.757* (10,62% de la población nacional) y 4.858 gitanos o Rom, (0,01% de la población del país). En total, el 14,06% de la población colombiana se reconoce como perteneciente a comunidades étnicas[11]. La seguridad alimentaria de los colombianos depende de aproximadamente 6.000.000 de personas que constituyen la población campesina del país.[12]

Cuadro 3. Población de Colombia, según pertenencia étnica 2005

Grupo étnico	Población
Total	40.607.408*
Indígena	1.392.623
Rom	4.858
Afrocolombiano	4.311.757
Sin pertenencia étnica	34.898.170


Fuente: DANE, Censo General 2005.
*El total incluye la población que dió respuesta a la pregunta de autoreconocimiento.



Fuente: DANE, Censo General 2005.

En Colombia se hablan 68 idiomas: dos lenguas criollas habladas por comunidades afro descendientes, la lengua romaní y 65 idiomas indígenas[13].

Además de las estadísticas oficiales, existen otros datos que tienen proyecciones más actualizadas, como los contenidos en el documento "*Transiciones Socioecológicas hacia la sostenibilidad*" del Instituto Humboldt (Andrade et al., 2018), la población indígena estimada para el país era de 1'559.852 personas que representan el 3,4% de la población del país (citando a Cepal, 2014). Este documento también reporta que según la Corte Constitucional, en sus Autos 004 de 2009 y 382 de 2010, existen 35 pueblos indígenas en riesgo de desaparición cultural o física (citando a Cepal y ONU, 2014). (Precisar fuentes y cifras)

[11] DANE (2007). Pág. 37
[12] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social (2013). Documento de propuesta de política pública pluricultural para la protección del conocimiento tradicional asociado a la biodiversidad (Proyecto Col 7446 GEF PNUD MADS), Pág. 16
[13] DANE (2010). Aspectos básicos grupo étnico indígenas. Pág. 9

De acuerdo con el enfoque de este capítulo, una condición necesaria para que existan y puedan desarrollarse plenamente los sistemas de CIL es que las comunidades desarrollen libremente sus sistemas de vida y por lo tanto tengan asegurada su acceso a la tierra y el territorio. En Colombia existe una política importante de reconocimiento de derechos territoriales a pueblos indígenas y comunidades negras y algunas figuras que permiten un ejercicio colectivo de ordenamiento y control sobre el territorio a las comunidades campesinas. En la siguiente sección se sintetiza la información existente sobre los derechos territoriales reconocidos a pueblos indígenas y locales.

Resguardos, ZRC, territorios colectivos y otras figuras de ordenamiento del territorio reconocidas por el estado colombiano

Los grupos étnicos en el país ocupan el 37% del territorio nacional bajo figuras de resguardos indígenas, territorios colectivos de comunidades negras, zonas de reserva campesina y fincas de menos de 20 hectáreas[14]

Para el año 2010 existían 735 resguardos titulados ubicados en 27 departamentos que ocupan una extensión de aproximadamente 32 millones de hectáreas, el 29,8% del territorio nacional[15]
.

Distribución de la población en Colombia

	Población	%
Total	41.468.384	100,00
Rural campesina	9.958.005	24,01
Indígena	1.392.623	3,36
Afros rural	1.175.320	2,83
		30,21

Fuente: DANE. 2005

Distribución de las tierras en Colombia

	Superficie (Hás)	%
Total	114.103.562,50	100,00
- 20 hás	6.902.622	6,05
Resguardos	31.255.557	27,39
Territorios colectivos	5.128.830	4,49
		37,94

IGAC: 2003

Fuente: MADS 2013

[14] MADS (2013)
[15] DANE (2010), Pág. 16

En relación con la población negra o afrocolombiana el DANE (2007) reporta que dentro esa población "se pueden diferenciar cuatro grupos importantes: los que se ubican en el corredor del pacífico colombiano, los raizales del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, la comunidad de San Basilio de Palenque y la población que reside en las cabeceras municipales o en las grandes ciudades".[16] Precisa que los primeros residen tradicionalmente en la región occidental costera en donde se encuentran los 132 Territorios Colectivos de Comunidades Negras titulados hasta el día de hoy, que ocupan un territorio de 4.717.269 hectáreas que corresponde al 4,13% de las tierras del país"17. De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial (SIG-OT) (2015), en Colombia los Consejos Comunitarios son 184 en total, abarcan un área de 5.529.387 ha, y se encuentran en su mayoría en la región del Pacífico.

Por otra parte debe resaltarse la existencia de Zonas de Reserva Campesina (ZRC) consagradas en la Ley 160 de 1994 y el decreto 1777 de 1996. En la actualidad las 6 ZRC constituidas alcanzan una superficie de 850.105 hectáreas (0,74% del territorio continental del país) y cerca de otras 12 ZRC están en procesos de constitución.

Según los resultados del 3er Censo Nacional Agropecuario-CNA; cerca del 30,3% de los productores residentes en el área rural dispersa están ubicados en territorios de grupos étnicos y se ubican mayoritariamente en Cauca, Nariño, Chocó y La Guajira[18].

Los resultados del censo nacional indican que el 57,3% del bosque natural, correspondiente a 36,2 millones de hectáreas se ubican en territorios étnicos[19]. Este dato permite evidenciar la importancia de los territorios étnicos para la conservación de la diversidad biológica y la relación directa con la diversidad cultural.

La gráfica y tabla siguientes resumen esa información[20]:

[16] DANE (2007). Pág. 23
[17] DANE (2007). Pág. 23
[18] DANE, 2016, Vol. 2, pg. 567
[19] DANE, 2016

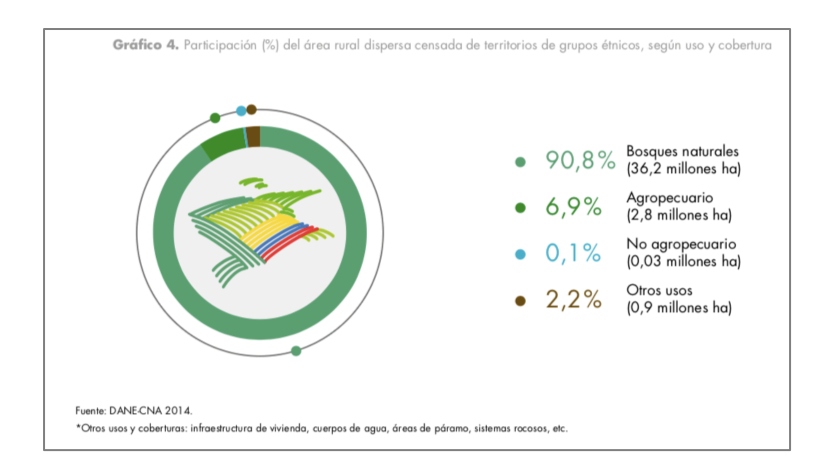


Gráfico 4. Participación (%) del área rural dispersa censada de territorios de grupos étnicos, según uso y cobertura

Fuente: DANE-CNA 2014.
*Otros usos y coberturas: infraestructura de vivienda, cuerpos de agua, áreas de páramo, sistemas rocosos, etc.

Cuadro 4. Área rural dispersa censada en territorios de grupos étnicos, según uso y cobertura del suelo, por tipo de territorio

Tipo de territorio	Área total (ha)	Total			
		Área (ha) en bosques naturales	Área (ha) con uso agropecuario	Área (ha) con uso no agropecuario	Área con otros usos y cobertura de la tierra
Total	39.854.772	36.205.406	2.752.943	33.853	862.570
Territorio indígena	33.615.916	31.249.179	1.785.654	32.361	548.762
Territorio de comunidades negras	6.236.859	4.954.908	966.694	1.492	313.765
Territorio ancestral raizal	1.998	1.319	636	0	43

Fuente: DANE-CNA 2014.

Alcances y limitaciones del reconocimiento oficial de las territorialidades étnicas

Dada la complejidad territorial y temporal de las identidades indígenas y locales y la gran diversidad de enfoques y fuentes de información, el reconocimiento oficial de la diversidad biocultural del país tiene un alcance limitado. Estas limitaciones tienen que ver sobre todo con:

- La identidad es compleja y existen numerosos enfoques conceptuales para documentar su diversidad y caracterizarla (referencias).
- La identidad es dinámica, de manera que una imagen en un momento dado es necesariamente limitada (referencias).

- Los resguardos indígenas no siempre han reconocido la totalidad de los territorios indígenas, incluyendo sitios sagrados, por lo que los resguardos tienen limitaciones en su capacidad de visibilizar la diversidad étnica (datos y referencias)[21]
- Los campesinos no han sido reconocidos oficialmente en el país como un grupo diferenciado, por lo que su diversidad cultural está invisibilizada. (referencias).

La información sintetizada en esta sección hace visible que la mayor diversidad biológica del país se encuentra en los territorios de indígenas afros y campesino y responde a sus modelos de manejo. Por lo tanto la conservación y uso sostenible de la biodiversidad debe tener en cuenta a estos actores y sus instituciones sociales que permiten estos modelos.

1.1.2 Reconocimiento legal y en las políticas públicas de los conocimientos indígenas y las comunidades locales

En el país existen numerosas normas que reconocen los conocimientos indígenas y locales. Algunos de estos referentes normativos clave son:

El Decreto 2164 que reglamenta la Ley 160 de 1994, en su artículo 2 contiene algunas definiciones relacionadas con pueblos indígenas, así:

> "*Territorios Indígenas. Son las áreas poseídas en forma regular y permanente por una comunidad, parcialidad o grupo indígenas y aquellas que, aunque no se encuentren poseídas en esa forma, constituyen el ámbito tradicional de sus actividades sociales, económicas y culturales*"

También incluye una definición de comunidad o parcialidad indígena, así:

> "*Es el grupo o conjunto de familias de ascendencia amerindia, que tienen conciencia de identidad y comparten valores, rasgos, usos o costumbres de su cultura, así como formas de gobierno, gestión, control social o sistemas normativos propios que la distinguen de otras comunidades, tengan o no*

[21] MADS (2013)

> *títulos de propiedad, o que no puedan acreditarlos legalmente, o que sus resguardos fueron disueltos, divididos o declarados vacantes*."

En relación con los pueblos indígenas, unos de los instrumentos legales más recientes es el Decreto 1953 del 7 de octubre del 2014, "*Por el cual se crea un régimen especial con el fin de poner en funcionamiento los Territorios Indígenas respecto de la administración de los sistemas propios de los pueblos indígenas hasta que el Congreso expida la ley de que trata el artículo 329 de la Constitución Política*", además de dichas normas para el funcionamiento de los territorios indígenas, contiene normas sobre sistema educativo propio, sistema educativo propio e intercultural, agua potable y saneamiento básico, jurisdicción especial indígena. El objetivo de este decreto en general es garantizar el desarrollo constitucional de la autonomía reconocida a los territorios indígenas.

En relación con las comunidades negras, la Ley 70 de 1993, las define como: "*el conjunto de familias de ascendencia afrocolombiana que poseen una cultura propia, comparten una historia y tienen sus propias tradiciones y costumbres dentro de la relación campo-poblado, que revelan y conservan conciencia de identidad que las distinguen de otros grupos étnicos*"

De igual, forma la Ley 70, en su artículo segundo, presenta una definición que tiene relevancia para el tema de conocimientos tradicionales, así: "*Prácticas Tradicionales de Producción. Son las actividades y técnicas agrícolas, mineras, de extracción forestal, pecuarias, de caza, pesca y recolección de productos naturales en general, que han utilizado consuetudinariamente las comunidades negras para garantizar la conservación de la vida y el desarrollo autosostenible*"

Dos hechos importantes para actualizar esta revisión son el Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera y la Sentencia que reconoce al rio Atrato como sujeto de derechos que sin duda contiene nuevos elementos para pensar la protección y fortalecimiento de los sistemas de CIL y hace referencia por ejemplo a los derechos bioculturales.

Dos propuestas de políticas públicas para la protección del conocimiento tradicional: "Política pública de protección de los conocimientos tradicionales asociados a la biodiversidad" y "Lineamientos de Política Marco para la Protección de los Sistemas de Conocimiento Tradicional de Pueblos y Comunidades Indígenas, Negras, Afrocolombianas, Raizales, Palenqueras, Rom, Campesinas y Locales en Colombia".

En esta sección se busca hacer una revisión de dos propuestas concretas de lineamientos para la política pública de protección de conocimiento tradicional que se han formulado desde el Estado colombiano y que no han sido adoptados aún. Se resaltará que estas propuestas reconocen la existencia de un conjunto de relaciones sin las cuales no existirían los conocimientos o saberes tradicionales, y, fija su atención en dichas relaciones, privilegia la perspectiva y las necesidades de los sujetos colectivos de los conocimientos, revisan las condiciones para el ejercicio de los derechos asociados a los conocimientos y se preocupan por la atención de los factores que inciden en su pérdida o erosión.

El hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el marco de sus funciones, lideró el proceso de formulación de una política pública de protección de los conocimientos tradicionales asociados a la biodiversidad, un proceso[22] que inició en 2004, hasta que hacia 2013 logró consolidar una Propuesta de Política Pública Intercultural para la Protección de los Sistemas de Conocimiento Tradicional Asociado a la Biodiversidad en Colombia, recogiendo los aportes de representantes y líderes de diferentes pueblos y comunidades indígenas, afros, Rom, y campesinas del país, especialmente a través del espacio técnico de trabajo creado en el proceso y conocido como "Comité Interétnico Nacional", así como aportes de entidades e instituciones con competencias y misiones relacionadas con los conocimientos tradicionales.

[22] El proceso inició en los años 2004 y 2005 con el diálogo y discusiones de naturaleza intercultural e interinstitucional surtidas en el marco del proyecto "Evaluación de necesidades de capacidad para la implementación efectiva del artículo 8j y disposiciones conexas del Convenio de Diversidad Biológica" apoyado por el PNUMA. El proceso continuó promovido por la Oficina de Educación y Participación de dicho Ministerio (hoy Subdirección) hasta el 2009 y a partir de entonces contó con el apoyo del proyecto "Incorporación del conocimiento tradicional asociado a la agrobiodiversidad en agroecosistemas colombianos" (COL 74406 GEF PNUD MADS) ejecutado con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y el Fondo Global para el Medio Ambiente GEF.

De estos esfuerzos retomamos para nuestro análisis los tres objetivos: prevenir la erosión de los sistemas de conocimiento, la protección (y por lo tanto control efectivo) de estos sistemas y su fortalecimiento.

Esta propuesta recoge la aproximación conceptual de la protección hacia “sistemas de conocimiento” y en su estructuración es bastante integral pues contempla la protección en las distintas expresiones de los conocimientos asociados a la biodiversidad y sus derechos asociados, sin limitarse al ámbito del acceso a los recursos genéticos y el biocomercio.

A la fecha esta iniciativa y propuesta no ha sido expedida por el Ministerio ni se ha avanzado en el proceso de consulta previa.

Un segundo esfuerzo ha sido liderado por el Ministerio del Interior y consistió en una consultoría para formular Lineamientos de Política Marco para la Protección de los Sistemas de Conocimiento Tradicional de Pueblos y Comunidades Indígenas, Negras, Afrocolombianas, Raizales, Palenqueras, Rom, Campesinas y Locales en Colombia. Esta propuesta tiene un enfoque de derechos en línea con las funciones del Ministerio y se propone como un documento de lineamientos que contiene por lo tanto numerosas recomendaciones. Este documento tampoco ha tenido mayor desarrollo.

A partir de una revisión de estas dos propuestas se formularán algunas recomendaciones en cuanto a la protección y fortalecimiento de sistemas de conocimiento desde las políticas públicas.

Instrumentos locales de gestión territorial con base en conocimiento local

Existen numerosos instrumentos de gestión territorial en los resguardos, territorios colectivos y zonas de reserva campesina (Planes de vida de los pueblos indígenas, planes de ordenamiento territorial de los resguardos, Planes de Desarrollo Sostenible de las ZRC, Planes de Etnodesarrollo de los territorios colectivos de las comunidades negras) que se fundamentan en los sistemas de CIL.

También se revisarán los proyectos aprobados por el Pilar Indígena de Visión Amazonia, y el programa de Pequeñas Donaciones de PNUD para los TICCA.

Se revisarán los ejercicios que se han adelantado de análisis de estos instrumentos para identificar cuáles son las acciones concretas que proponen y han desarrollado en cuanto a 1) prevención de la erosión de los conocimientos, 2) su protección y 3) su fortalecimiento. Esta revisión permitirá identificar recomendaciones para su articulación con otras instituciones y políticas.

Marco internacional

A **nivel internacional** existe una serie de ámbitos de política que tienen incidencia en la protección de los conocimientos indígenas y locales, con sus respectivos instrumentos y procesos. Estos ámbitos, estrechamente relacionados entre sí, son:

1. **Los derechos humanos** (El Convenio 169 de la OIT, Declaración de derechos de los pueblos indígenas de la ONU (2007), Resolución de la ONU sobre Derechos de los Campesinos, e.o.).
2. **La conservación y uso sostenible de la biodiversidad**, (El Convenio de Diversidad Biológica, El "Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización" (Decisión X/1, 2010), El "Código de Conducta Ética Tkarihwaié:ri sobre el respeto al patrimonio cultural e intelectual de las comunidades indígenas y locales, e.o.).
3. **La protección y salvaguardia de la cultura y el patrimonio cultural** (Declaración Universal de la UNESCO sobre la Diversidad Cultural (2001), Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial (2003), e.o.).
4. **La regulación de la propiedad intelectual,** (Procesos de la OMPI y la OMC y la Comunidad Andina, e.o.).
5. **Acuerdo de Escazú**

Sobre comunidades campesinas, el artículo 1 de la recientemente aprobada Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos de los campesinos y de otras personas que trabajan en las zonas rurales, prescribe:

"*A efectos de la presente Declaración, se entiende por "campesino" toda persona que se dedique o pretenda dedicarse, ya sea de manera individual o en*

> *asociación con otras o como comunidad, a la producción agrícola en pequeña escala para subsistir o comerciar y que para ello recurra en gran medida, aunque no necesariamente en exclusiva, a la mano de obra de los miembros de su familia o su hogar y a otras formas no monetarias de organización del trabajo, y que tenga un vínculo especial de dependencia y apego a la tierra*."

En el Convenio de Diversidad Biológica, aprobado por Colombia mediante Ley 165 de 1994 y que entró en vigor para el país el 26 de febrero de 1995, en el artículo 8j, se hace referencia a los "*los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica".* Y justamente para contar con una terminología unificada para la aplicación de este artículo y las disposiciones relacionadas del convenio, la Conferencia de las Partes del Convenio, más conocida como COP propuso la elaboración de un glosario de definiciones, el cual se aprobó el 30 de noviembre de 2018, después de 18 años de negociación, a pesar de que varios de los términos ya se encuentran aprobados en instrumentos que se encuentran en vigor.

En el glosario aprobado por la COP del CBD se incluye como término: CONOCIMIENTOS TRADICIONALES, y se define como: "*Los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que representan estilos de vida tradicionales pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica*", es decir que se retoma lo dicho en el artículo 8j del CBD ya mencionado.

Por su parte, en documentos de la IPBES global, se hace referencia a los sistemas de conocimientos indígenas y locales, los cuales se interpretan en general como: "*entidades dinámicas de conocimientos, prácticas y creencias ecológicos, sociales y holísticos integrados pertenecientes a la relación de los seres vivos, incluidas las personas, entre sí y con sus entornos. Los conocimientos indígenas y locales se fundamentan en el territorio, son muy diversos y están en constante evolución mediante la interacción de experiencias, innovaciones y distintos tipos de conocimientos (escritos, orales, visuales, tácitos), relacionados con el género, prácticos y científicos)*.

1.2. CIL sobre la biodiversidad en Colombia

Esta sección es la parte central del capítulo. Hace visible la magnitud y diversidad del conocimiento indígena y local en el país, organizando la información en las cinco macroregiones.

Se proponen dos apartados para esta sección, uno orientado a hacer visible los CIL como han sido documentados en la literatura, y otro a analizar el trabajo realizado por organizaciones que se han dedicado a la promoción, protección y fortalecimiento de los CIL en el país.

Consideramos que los talleres programados para ser desarrollado a lo largo del año en el marco de la construcción de este capítulo, con conocedores indígenas y locales, son de suma importancia puesto que la protección de los CIL es un asunto que concierne y afecta directamente a las comunidades, sobre el cual tienen derechos, atribuciones, funciones y/o competencias. Por lo tanto es menester respetar y fortalecer la autonomía de las comunidades para orientar y decidir en torno a sus conocimientos. Lo que aquí exponemos son elementos iniciales a modo de propuesta, que deben contar con un debate amplio con conocedores locales.

1.2.1 Revisión crítica de la literatura (académica y de literatura gris) sobre conocimiento indígena y local.

Para el desarrollo de esta sección se ha diseñado un instrumento de captura de información publicada acerca de los conocimientos indígenas y locales (ver anexo X1)

El análisis de esta matriz permitirá identificar **vacíos temáticos, metodológicos y geográficos clave, a la luz de las necesidades para la gobernanza** ambiental y la protección del conocimiento indígena y local (que se retomarán en la sección de recomendaciones).

Se busca, por ejemplo, indicar en qué regiones, ecosistemas, escalas de la biodiversidad, sistemas de vida o grupos sociales (afro, campesino, indígena, pescador, urbano, rom, mixto), ámbitos del saber (cultura material, medicina y salud, espiritualidad, pesca, cacería, agricultura) se ha concentrado el estudio de los sistemas de conocimiento indígenas y locales y cuáles son los vacíos más notorios en este sentido.

También se busca identificar la manera como se está accediendo a estos conocimientos desde la investigación académica.

Con este análisis se podrá responder preguntas como:

- ¿En qué escala y grupos de la biodiversidad se ha concentrado el estudio de los sistemas de CIL?
- ¿En qué bioregión/es del país se ha concentrado el estudio de los sistemas CIL? ¿Es útil la unidad “bioregión” para analizar la distribución espacial del estudio de los sistemas CIL?
- ¿Que tanto se ha hecho visible en los estudios la división por género y edad de los sistemas CIL?
- ¿De cuáles ámbitos del saber se ha han ocupado los estudios de los sistemas CIL? Por ejemplo ¿Qué tanto se ha podido documentar los saberes asociados a las prácticas medicinales? y ¿que tanto se identifica en la literatura su articulación con el sistema nacional?

A partir de estos hallazgos, enriquecidos por los insumos de los talleres con conocedores indígenas y locales, se formularán recomendaciones para las distintas instancias relevantes para la toma de decisiones sobre la gestión de la biodiversidad, así como sobre la investigación sobre CIL.

Esto puede incluir la necesidad de establecer lineamientos para su articulación con políticas públicas (por ejemplo, políticas de conservación y gestión de la biodiversidad, políticas de salud pública y los sistemas interculturales de atención en salud) y con otros de sistemas de conocimiento, así como para la prevención de la erosión de los CIL, su protección y el control sobre el acceso y el fortalecimiento de las capacidades asociadas a ellos.

Para alimentar las secciones Amenazas a los sistemas CIL y Resistencias y vías alternativas, el análisis de esta matriz permitirá responder preguntas como:

- ¿En qué medida los estudios sobre los sistemas CIL identifican las amenazas al CIL?
- ¿Que señalan estos estudios sobre los tipos de amenazas y los ámbitos de los sistemas CIL que están siendo amenazados?

- ¿Qué alternativas de prevención, protección y fortalecimiento de los sistemas CIL se documentan en esta literatura? ¿En qué ámbitos, en que escala de la biodiversidad, en que regiones etc.?

Esta revisión, además, nos permitirá identificar algunos estudios clave para ilustrar la complejidad de los vínculos entre conocimientos, prácticas, instituciones, modelos de manejo del territorio y cosmovisiones. Estos casos clave, junto con los que se identifiquen en los talleres con conocedores, se podrán incluir como recuadros en la sección. El análisis de estas prioridades contribuirá a la discusión del Capítulo 6 sobre gobernanza.

1.2.2 Otras formas de conocer

La voluntad de incluir en este documento un acercamiento a diversos sistemas de conocimiento (o formas de aproximarse a otros mundos), asociados a otros sistemas de vida, es un reconocimiento de que el mundo se compone de múltiples mundos, múltiples ontologías o realidades que han sido excluidas de la experiencia eurocéntrica o bien reducidas a ésta. Como señala Boaventura de Sousa Santos, existe una profunda crisis asociada a entender el mundo como *un único mundo*, y debemos construir un *pluriverso*. Este reconocimiento de lo "pluriverso" de acuerdo a Santos (2002, 2007 y 2014)[23] es infinito, y por lo tanto lo que aquí podemos esbozar es apenas un acercamiento a esta diversidad.
Para comprender e incluir estos otros modos de entender y vivir el mundo se requiere una decolonización del conocimiento que reconoce otros sistemas de saber y que implica asumir el diálogo de saberes para construir otros mundos posibles. Estas otras formas de conocer han sido reconocidas desde una diversidad de conceptos como el sentipensar (Fals Borda), el biocentrismo y el antropocentrismo (Vargas Sarmiento, 2016) y las ontologías relacionales.

Fals Borda (Fals Borda, 1984) señala que *sentipensar* o *sentipensamiento* constituyen el principio de vida de las comunidades de la costa caribeña colombiana que viven en cuencas de río y pantanos. Implican el arte de vivir y pensar con el corazón y con la mente. El escritor uruguayo Eduardo Galeano popularizó el término sentipensamiento como la capacidad de las clases populares de no separar la mente del cuerpo, y la razón de la emoción. El biocentrismo

[23] Santos, B. (2002). Towards a New Legal Common Sense. London: Butterworth. Santos, B. (2007). The Rise of the Global Left. The World Social Forum and Beyond. London: Zed Books. Santos, B. (2014). Epistemologies of the South. Justice against Epistemicide. Boulder; Paradigm Publishers

y el antropocentrismo son dos ontologías o formas de posicionarse en el mundo, la primera centrada en la vida, y la segunda, centrada en los humanos. Siguiendo a Gudynas se puede decir que "en el biocentrismo tiene lugar una identificación profunda con el entorno, nutrida de diferentes formas de interacción y sensibilidad (…), la conectividad con el ambiente hace que las personas se consideren parte de la naturaleza, y ésta sea parte nuestra, bajo una condicionalidad recíproca". Así mismo señala que "el antropocentrismo se centra en el dualismo cultura- naturaleza, la naturaleza se objetiva y se considera al servicio de los humanos" (Gudynas, 2009).

Escobar, siguiendo a Ingold, identifica este biocentrismo como parte de ontologías relacionales que hacen referencia al reconocimiento que "todos los tipos de seres vivientes dependen de otros para su existencia y se entrelazan en un inmenso tejido que evoluciona continuamente" (Ingold, 2011) citado en (Escobar, 2016).

Dos insumos importantes para esta sección son las discusiones que se darán en los talleres con los conocedores indígenas y locales y la matriz de revisión de bibliografía (Anexo X1) que permite identificar que tanto se reconocen estas "otras maneras de conocer otros mundos" en los estudios y qué vacíos se pueden señalar al respecto.

Algunos ejemplos de la diversidad de maneras de conocer y relacionarse con estos otros mundos, y por lo tanto con sus naturalezas y biodiversidades, se ilustraran en recuadros que muestran:

- El conocimiento desde los sueños (wayúu)
- El yagé como forma de conocer el territorio y el estado de los recursos
- El chamanismo de pensamiento, coca y tabaco. (upichía)
- Los chinangos del pacífico
- El sentipensar de las poblaciones de la costa,
- ¿El buen vivir?

Esta sección ofrecerá una serie de recomendaciones orientados al reconocimiento, respeto e inclusión de estas formas de conocer.

1.2.3 “Inventario” analítico de las organizaciones que trabajan con conocimiento indígena y local en el país.

Resulta imposible presentar el CIL sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos en el país en un capítulo de la Evaluación, por múltiples razones. Sin embargo, conocer el entramado de instituciones y organizaciones que se relacionan con los sistemas de CIL es una aproximación al CIL en el país y permitirá a los usuarios de la Evaluación identificar interlocutores para la investigación y la toma de decisiones en las diferentes regiones y ámbitos del conocimiento.

Además, analizar cuáles han sido los objetivos de estas organizaciones y con cuáles acciones se han comprometido, permite identificar fortalezas y vacíos en los esfuerzos por proteger y fortalecer la erosión de los sistemas de conocimiento y prevenir su erosión.

Para recolectar y analizar la información sobre las instituciones y organizaciones se ha diseñado un instrumento que se presenta en el Anexo X2).

Con el análisis de esta matriz se busca, por un lado, identificar en qué regiones, ecosistemas, escalas de la biodiversidad, sistemas de vida o grupos sociales (afro, campesino, indígena, pescador, urbano, rom, mixto), se han concentrado las acciones de las organizaciones dedicadas a trabajar con sistemas de CIL, y cuáles son los vacíos temáticos y metodológicos más notorios.

Además, se podrán identificar los distintos protocolos para interactuar con los conocedores locales y las comunidades y autoridades indígenas, así como las herramientas de trabajo y los campos de acción (legal, transmisión-educación, patrimonio, conservación).

Con este análisis se podrá responder preguntas como:

- ¿En qué regiones se han adelantado acciones para la promoción de y diálogo con los sistemas de CIL? ¿Existen regiones no atendidas?
- ¿En el trabajo con cuáles grupos sociales (afro, campesino, indígena, pescador, urbano, rom, mixto) se ha concentrado el trabajo de las organizaciones? ¿Cómo es la distribución entre estos grupos del apoyo técnico, financiero, organizativo,

para la protección y fortalecimiento de sus sistemas de conocimiento? ¿Alguno de los grupos sociales está subrepresentado?

Se han identificado las siguientes posibles fuentes (aliados) para la elaboración del capítulo:

- Organizadores de Congresos nacionales de etnobiología
- IIAP, SINCHI, IACNH, I.Humboldt,
- Sociedad colombiana de etnobiología
- Facultades / posgrados en etnobiología y áreas afines. Universidad CRIC.
- ONG
- Organizaciones étnicas y campesinas (OPIAC, ONIC, CRIC, PCN, Cocomacia, Anzorc, Fensuagro, Anuc, Anmusic…, Semillas Libres)

La metodología y los criterios para sistematizar la literatura y las experiencias de organizaciones que darán contenido a esta sección está en construcción y se perfeccionará de forma colaborativa en talleres que se desarrollarán a lo largo de la Evaluación.
Un insumo fundamental para esta tarea de balance es el documento “Mapeo de Instituciones Protección de conocimientos tradicionales” que se elaboró en el 2015 por parte del Ministerio del Interior con el apoyo del Proyecto colombo-suizo de propiedad intelectual (COLIPRI), financiado por la Secretaría de Estado para Asuntos Económicos (SECO) de Suiza.

Este mapeo, que recoge la experiencia de 17 instituciones, concluye diciendo que “existe una contundente necesidad de iniciar un proceso de articulación interinstitucional claro que permita la configuración de un lenguaje común, el redireccionamiento y fortalecimiento técnico y financiero de las iniciativas en curso, la definición participativa de una posición de País en el escenario internacional y la formulación de un sistema de protección sui generis”.

1.3. Amenazas a los conocimientos indígenas y locales

Para referirnos a las amenazas a los conocimientos indígenas y locales, es preciso plantear que toda actividad que desarrolla un grupo humano es propensa a generar consecuencias e impactos sobre los territorios y sobre la naturaleza (a promover su cambio hacia estados más o menos sostenibles y deseables socialmente). No obstante, el desarrollo económico acelerado que no

asume consecuencias y que está por fuera de la dimensión de sustentabilidad es aquel que está impactando de manera negativa a los sistemas de vida locales e indígenas y con estos muchos de los conocimientos locales y la biodiversidad.

En este sentido, la sección "Amenazas a los conocimientos indígenas y locales" se plantea, entre otros, el reto de evidenciar de qué manera los macroproyectos de desarrollo de diferentes sectores de la economía en Colombia amenazan con la permanencia de dichos conocimientos. No obstante vale la pena aclarar que en este capítulo no se pretende sentar una oposición al desarrollo sino indicar cómo este de manera convencional se ha separado de la posibilidad de establecer un equilibrio sociedad- naturaleza y que además en la práctica ha sido excluyente en muchos casos, de la presencia de grupos humanos locales.

A razón de ello se abordarán cuáles son aquellas amenazas referidas a:

- Actividades extractivas minero energéticas
- Expansión de la frontera agrícola
- Actividades agroindustriales
- Migraciones a causa del cambio climático
- Deterioro y/o degradación de la estructura ecológica del territorio
- Aumento de la tasa de deforestación y pérdida de la biodiversidad
- Inadecuados modelos de ocupación del territorio
- Ausencia de modelos de educación propia
- Incidencia e influencia de una la cultura urbana en contextos rurales
- Desplazamiento forzado y en general conflicto armado
- Condiciones inadecuadas en la prestación de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, aseo, comunicación)
- Deterioro en la salud humana

Es así como las amenazas al CIL provienen también de políticas que no permiten que los detentores del CIL sean parte activa de las decisiones que pueden afectar los sistemas de CIL, el cual como ya se ha mencionado está asociado al derecho territorial. En este bloque también se pueden ubicar las amenazas relacionadas con el incumpliendo de normas o estándares internacionales que reconocen y protegen los derechos de los pueblos, tal como aquellas relacionadas con los derechos territoriales y con el consentimiento libre previo e informado, así como la consulta previa.

La ausencia de políticas públicas a favor de los poseedores del conocimiento, y la no asignación de presupuestos en escenarios como el Plan Nacional de Desarrollo, en beneficio de los poseedores del CIL, también constituyen amenazas.

1.4 Resistencias y vías alternativas

El entendimiento del mundo es mucho más amplio que el entendimiento occidental del mundo. Esto significa que la transformación del mundo y las transiciones deben darse hacia el pluriverso. En este sentido Escobar señala que "*las transformaciones iluminadas por activistas campesinos, indígenas, y afrodescendientes, pueden ocurrir (de hecho están ocurriendo) a través de vías impensables desde las teorías eurocéntricas. En otras palabras, por un lado, existe una brecha entre lo que explican gran parte de las teorías occidentales sobre las luchas sociales, y por el otro, las prácticas transformativas que actualmente existen en el mundo*" (Escobar, 2016).

Para muchas comunidades locales la defensa del territorio, de la vida, y las tierras comunitarias es una misma causa. Esta causa los ha llevado también a hacer esfuerzos por prevenir la erosión de su sistema de conocimiento, buscar su protección, así como acciones para su fortalecimiento, pues resulta vital para su convivencia en el territorio.

En este apartado queremos incluir algunas de estas prácticas transformativas en relación con la 1) prevención de la erosión de los sistemas de conocimiento, 2) las formas de protegerlos y 3) de fortalecerlos.

De estas experiencias surgirán recomendaciones para las políticas públicas y los tomadores de decisión para que estas puedan ser promovidas.

LITERATURA CITADA

Andrade et al (Eds.) (2018). *Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad: gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio*

colombiano. Primera aproximación. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 220 p.

DANE (2005). *La visibilización estadística de los grupos étnicos colombianos*. Documento DANE. 56 p.

DANE (2007). *Colombia una nación muticultural: su diversidad étnica*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Dirección de Censos y Demografía. Bogotá. 49 p.

DANE (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario-CNA: Hay campo para todos*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística Tomo 2, Resultados. 1035 p.

Estupiñán (SF). *Afrocolombianos y el censo 2005: elementos preliminares para el análisis del procesos censal con la población afrocolombiana.* Revista Virtual IB, Volumen 1 No.1. Recuperado a partir de https://sitios.dane.gov.co/revista_ib/html_r1/articulo7_r1.htm

MADS (2013). "*Propuesta de política pública pluricultural para la protección del conocimiento tradicional asociado a la biodiversidad*" /Texto completo. (Proyecto Col 7446 GEF PNUD MADS). 82 p.

Ruiz (SF). *La construcción de territorialidad para los grupos étnicos de Colombia: Los resguardos indígenas y los territorios colectivos de las comunidades negras.* Revista Virtual IB, Volumen 1 No.2. Recuperado a partir de https://sitios.dane.gov.co/revista_ib/html_r2/articulo7_r2.htm

Capítulo 6. Escenarios de biodiversidad y servicios ecosistémicos en Colombia

Coordinadores: María Cecilia Londoño, Lina Berrouet.

Autores: Nelly Rodríguez, Germán Corzo, Wilson Ramírez, Jaime García Márquez, Gerardo Ojeda, Melina Ángel.

Resumen ejecutivo

Los cambios de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos son el resultado de múltiples impulsores que operan desde escalas locales a globales. El entendimiento del funcionamiento de estos impulsores en los sistemas socio-ecológicos y sus consecuencias sobre el estado de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos es indispensable para generar mejores respuestas que permitan detener o reducir la crisis de biodiversidad existente. La comunidad académica global ha desarrollado líneas de investigación en escenarios y modelos que pretenden generar una aproximación objetiva y holística al entendimiento de las causas y efectos de los cambios en los sistemas naturales.

Basado en el marco conceptual del IPBES (Figura 1), este capítulo da señales sobre las tendencias futuras en temas estratégicos de biodiversidad y servicios ecosistémicos (BSE), a partir de la revisión de información secundaria de modelos y posibles escenarios que se hayan generado para Colombia, y discute estos resultados en búsqueda de soluciones hacia la sostenibilidad.

La primera parte del capítulo describe los principales resultados de modelos y escenarios futuros que estudian las consecuencias de cambios indirectos y directos sobre la biodiversidad. Se presentan los indicadores generados para mapear y evaluar el cambio en atributos estructurales, composicionales y funcionales de los sistemas biológicos señalando escalas y regiones en donde han sido aplicados y discutiendo sus implicaciones en el marco de las contribuciones de la naturaleza a las personas.

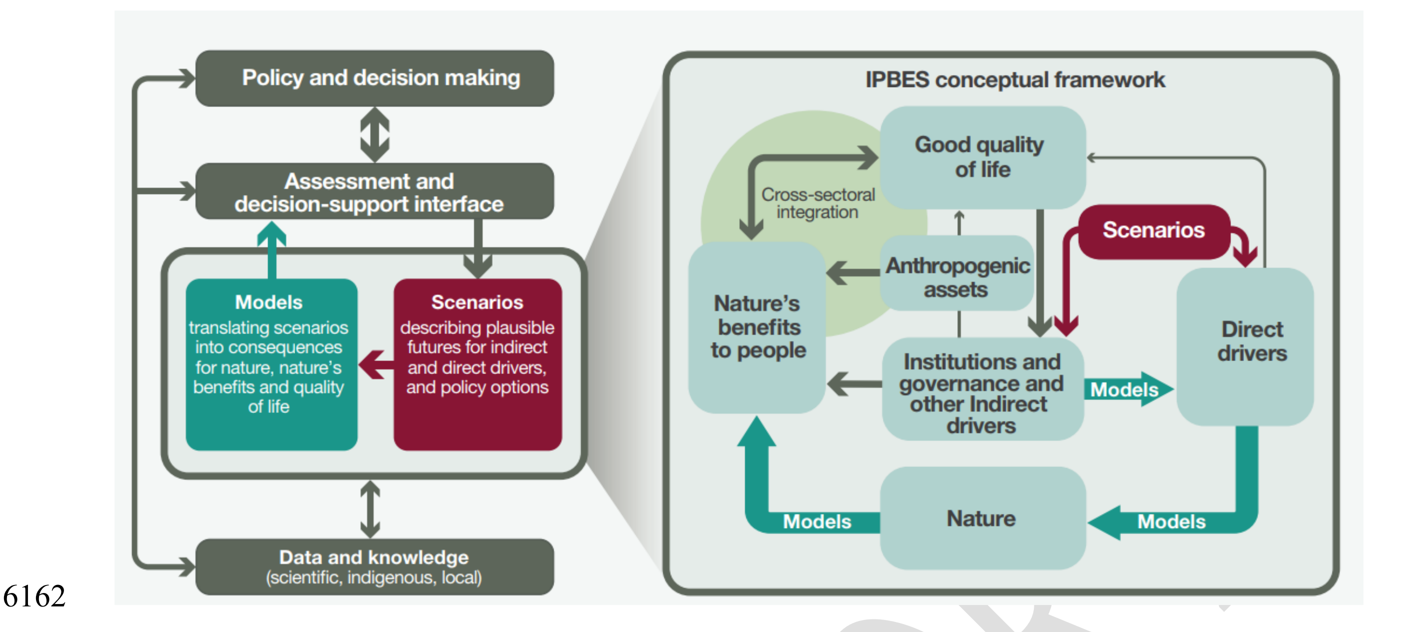


Figura 1. Marco conceptual del IPBES (Díaz et al. 2015), en rojo el aporte del capítulo de escenarios a dicho marco conceptual.

En la segunda parte, el capítulo presenta una discusión sobre la aplicación del conocimiento generado por los modelos y escenarios para la construcción de respuestas hacia la sostenibilidad. Esta parte pretende dar una visión integral del territorio y dar señales frente a esas relaciones a diferentes escalas locales-globales y espaciales entre diferentes regiones que quizás no se han manifestado de manera explícita para el país.

Adicionalmente el capítulo identifica vacíos de información y conocimiento para el desarrollo de modelos y escenarios. Estas ausencias son una oportunidad de identificar la necesidad de generar nuevos datos y futuros análisis en temas asociados a la gestión de la BSE.

1. Marco conceptual

1.1 Escenarios y Modelos

La evaluación de ecosistemas del milenio (MEA) define los escenarios como “descripciones simplificadas de futuros posibles basados en una lista de supuestos coherentes y consistentes sobre los agentes de cambio y sus interrelaciones” (Cork et al. 2000) y son usados para resumir y comunicar las diferentes trayectorias que los ecosistemas del mundo pueden tomar en las décadas futuras. Tomando como referencia el marco conceptual de IPBES, los escenarios incluyen dimensiones de impulsores de cambio y de beneficios de la naturaleza bajo diferentes

opciones de política o manejo (Díaz et al. 2015) y se pueden usar como un método para reflexionar sobre futuros complejos e inciertos, y en ese sentido ayudan a entender diferentes opciones y retos de manejo (MEA 2005) y apoyo a que la toma de decisiones sea coherente y robusta ante un rango de posibles futuros (Harries 2003).

Una de las principales utilidades de los escenarios es la evaluación, *ex-ante*, de las consecuencias de diferentes decisiones o políticas encaminadas al manejo del territorio (Waldhardt et al. 2010). Por último, los escenarios sirven para crear conciencia acerca de los problemas ambientales a los que una región está expuesta y a las potenciales y mejores estrategias que pueden ser utilizadas para su solución (Alcamo 2008). Para el caso de Colombia, un ejemplo claro de las potenciales amenazas a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, son las prognosis de los cambios de las condiciones climáticas (FIgura 2).

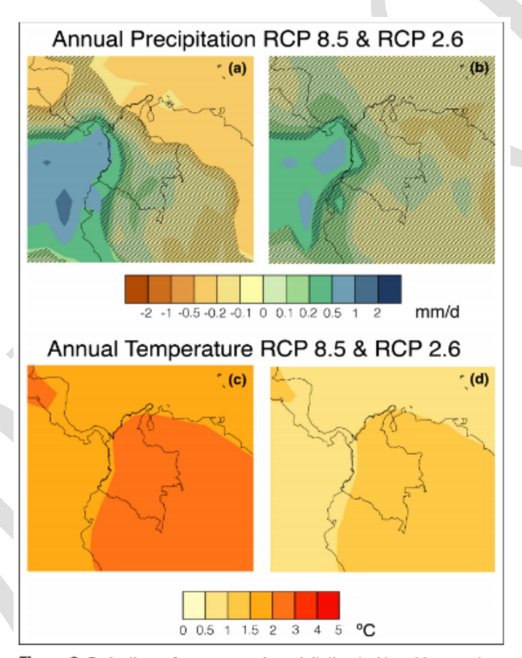


Figure 2. Projections of mean annual precipitation (a, b) and temperature (c, d) for Colombia under RCP8.5 (a, c) and RCP2.6 (b, d) from the AR5 IPCC (2013) Jan–Dec CMIP5 subset. Simulations represent mean values for the period 2081–2100 minus mean values for the period 1986–2005. Hatched areas in panels (a) and (b) represent areas where the signal was smaller than one standard deviation of natural variability. All figures were made based on the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change Atlas using the Climate Explorer Tool (https://climexp.knmi.nl/plot_atlas_form.py). For RCP2.6, the mean across models is smaller than one standard deviation of natural variability.

Figura 2. Proyecciones para Colombia de precipitación y temperatura. Tomado de Salazar et al 2018 (Salazar et al. 2018).

En Colombia, el concepto de escenarios es comúnmente confundido con el concepto de visión. Una visión corresponde a un futuro deseado, mientras que un escenario es la descripción de las

vías o rutas que diferentes agentes de cambio tienen que seguir para la consecución, por ejemplo, de la visión. Un estudio muy completo que permite elucidar estas diferencias es el trabajo de "Escenarios de Conservación en el Piedemonte Andino - Amazónico de Colombia" (Barrera et al. 2007).

Algunos escenarios comparten elementos similares, por ejemplo hacen supuestos parecidos respecto a la dirección y tamaño de los impulsores de cambio o respecto a las respuestas políticas. Los escenarios se pueden clasificar en narrativas generales que se denominan arquetipos (Van Vuuren et al 2012) (Tabla 1) y existen numerosas Iniciativas globales donde se han generado escenarios que se pueden clasificar en estos arquetipos, siendo la más reciente aquellos escenarios propuestos por O´Neil y colaboradores en el 2013 (figura 3) para el desarrollo del quinto informe de IPCC.

Tabla 1. Arquetipos que describen los posibles escenarios.

	Economic optimism	Reformed markets	Global sustainable development	Regional competition	Regional sustainable development	Business-as-usual
Economic development	Very rapid	Rapid	Ranging from slow to rapid	Slow	Ranging from mid to rapid	Medium (globalisation)
Population growth	Low	Low	Low	High	Medium	Medium
Technology development	Rapid	Rapid	Ranging from mid to rapid	Slow	Ranging from slow to rapid	Medium
Main objectives	Economic growth	Various goals	Global sustainability	Security	Local sustainability	Not defined
Environmental protection	Reactive	Reactive and proactive	Proactive	Reactive	Proactive	Reactive and proactive
Trade	Globalisation	Globalisation	Globalisation	Trade barriers	Trade barriers	Weak globalisation
Policies and institutions	Policies create open markets	Policies reduce market failures	Strong global governance	Strong national governments	Local steering; local actors	Mixed

Source: Van Vuuren et al. (2012).

Un modelo se refiere a una descripción cuantitativa o cualitativa de un componente del sistema o a la descripción de la relación entre dos o más componentes (IPBES 2016). Los escenarios y modelos tienen limitaciones asociadas al conocimiento con que se han construido. Desde el punto de vista de lo social, los juicios de los escenarios pueden darse de manera anticipada únicamente basados en la probabilidad de repetición de experiencias exitosas o de capacidad de adaptar procesos de otros sitios localmente. Para los modelos los datos disponibles y los supuestos de las técnicas de modelamiento utilizadas pueden generar limitaciones e incertidumbre en las proyecciones. Evaluar la credibilidad, consistencia y transparencia de los escenarios y el proceso de su desarrollo es muy importante para comprender el alcance de su uso para soportar la toma de decisiones.

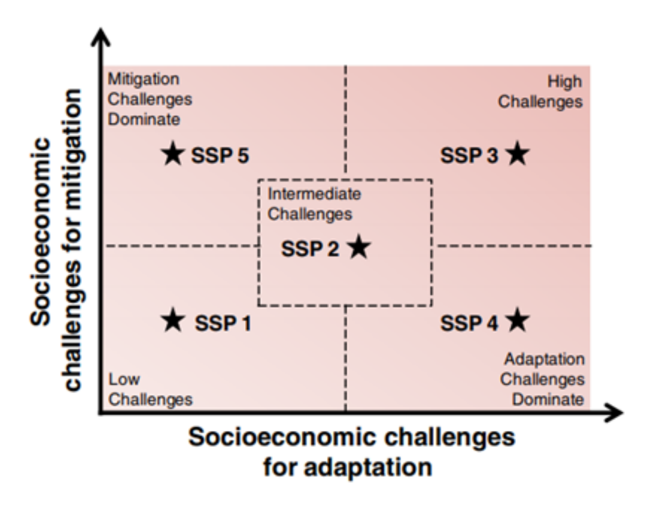


Figura 3. Arquetipos propuestos para el IPCC, "El espacio de los Retos" dividido en cinco dominios dependiendo de los retos socioeconómicos. (Basado en Kriegler et al., 2012)

Los escenarios y los modelos se complementan, los escenarios plantean situaciones, los modelos evalúan los efectos de estas situaciones en los diferentes componentes del sistema. Mediante los modelos podemos describir las trayectorias, es decir, el curso o comportamiento a lo largo del tiempo que un componente o una relación entre componentes del sistema toman bajo diferentes escenarios. Las trayectorias modeladas pueden ser pasadas o futuras, o pueden ser monitoreadas en situaciones actuales. De especial interés resulta el uso y estudio de escenarios normativos (target-seeking) como por ejemplo aquellos que plantean posibles transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad (TSES), definidas como el proceso que lleva a un estado deseado del sistema ecológico y territorial, que es apropiado en todas las escalas de la sociedad, y que se introduce a través de la gestión, modificando una trayectoria de cambio, en el cual están inmersos componentes y procesos de la BSE como aportes al buen vivir humano y de todas las especies.

La globalización ha generado un planeta interconectado en donde las pérdidas de biodiversidad y servicios ecosistémicos están asociados no solo a efectos locales o regionales sino a conexiones con sitios distantes abarcando mayores escalas de espacio y tiempo que las que usualmente han sido estudiadas. El teleacoplamiento es un concepto desarrollado en 2008 para estudiar las interacciones complejas entre fenómenos socioeconómicos y ambientales en búsqueda de soluciones hacia la sostenibilidad (Hull and Liu 2018). El teleacoplamiento incorpora técnicas de modelamiento para medir los impactos y retroalimentaciones en sistemas complejos a escalas espaciales y temporales distantes.

El estudio de trayectorias a través de modelos en diferentes escenarios de gestión de la biodiversidad (distintas escalas espaciales, temporales y contextos socio ecosistémicos) permite generar “alertas tempranas” identificando umbrales o puntos de inflexión que deben ser alcanzados u omitidos para llevar al sistema en la dirección deseada hacia la sostenibilidad. Los modelos y escenarios deben ser interpretados para identificar oportunidades y generar lineamientos de acciones que coadyuven a los componentes del sistema a tomar la dirección deseada.

1.2 Usos de escenarios y modelos en la gestión de la BSE.

El cambio ambiental global producto principalmente de las actividades humanas y en menor proporción de cambios naturales en los sistemas biofísicos y geofísicos, junto con las decisiones de uso y manejo sobre los recursos, han modelado en gran parte la configuración espacial de los ecosistemas y paisajes. Adicionalmente, los impulsores de cambio directos e indirectos, naturales y antrópicos, inciden sobre el funcionamiento de los ecosistemas y los beneficios que el hombre obtiene de ellos, su incorporación en escenarios y modelos es necesaria para analizar tanto sus interacciones como las tendencias de sus impactos sobre la BSE.

El diseño de las políticas e instrumentos que buscan conservar y/o manejar atributos de la biodiversidad, puede estar determinado por las condiciones o dinámicas del sistema social e incidir en su forma de respuesta frente a los cambios en la BSE. Es así como enfoques que se sustentan en el valor intrínseco, instrumental o integral de la biodiversidad, derivan en el surgimiento de una gama de estrategias de manejo desde: las basadas en conservación estricta, las que se orientan a diseño de paisajes funcionales, las fundamentadas en acciones de compensación por pérdidas ambientales, hasta las enmarcadas en contextos participativos. El uso de modelos y escenarios permite explorar, representar y entender las relaciones entre los componentes de la biodiversidad y otras dimensiones ambientales: cultural económica y política, proyectando futuros posibles de la biodiversidad y sus efectos en los beneficios que de ésta obtenemos. Los modelos y escenarios se vuelven herramientas que soportan la toma de decisiones de múltiples actores para la gestión de la biodiversidad. Por ejemplo se pueden usar en procesos de ordenamiento territorial o planeación territorial, ya que identifican variables y relaciones que generan cambios y que resultan prioritarias para incorporar en procesos de planeación.

El diseño de modelos y escenarios para representar el estado y las tendencias de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos reflejan diferentes escalas (1) Internacional (Multilateral y plurilateral); (2) continental (3) Estatal (4) Regional o (5) Local; diferentes perspectivas de inclusión de la biodiversidad: funcional, de bien o de servicio; cambios paradigmáticos sobre la conservación de la BSE; y la integración de otras aproximaciones participativas, incluyendo conocimientos tradicionales. Este capítulo permite al país tener una exploración de estas múltiples aproximaciones al entendimiento de las tendencias futuras de la biodiversidad, y permitirá la discusión para abordar respuestas hacia la sostenibilidad.

2. Métodos

La revisión de modelos y escenarios de BSE existentes, se aborda atendiendo las interacciones naturaleza-sociedad que sustentan el marco IPBES (Díaz et al., 2015). Se inició la revisión sistemática de 84 artículos publicados donde se desarrollan narrativas describiendo potenciales tendencias futuras de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia, y donde se hace uso explícito de escenarios para analizar las posibles trayectorias de variables indicadoras de estado, respuesta, presión y beneficio.

La sistematización de la información discierne los tipos de escenarios que se han utilizado o desarrollado en Colombia, los impulsores indirectos y directos contemplados, los tipos de modelos usados para la cuantificación de las trayectorias de cambio y los tipos de indicadores de la BES y sus trayectorias. La información es recopilada temáticamente a partir de plantillas, donde se resaltan los datos más relevantes de la información consultada (Anexo 1).

Los resultados de esta revisión sistemática se presentan siguiendo la propuesta del IPBES para el modelamiento del cambio en la biodiversidad y los ecosistemas, describiendo los resultados para los diferentes niveles (individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas) y sus atributos (composición,estructura y función) (Tabla 2) e identificando estados posibles de conservación o degradación de distintos elementos del sistema ecológico (i.e. suelos, recurso hídrico, biodiversidad), escenarios de cambio directo (e.g. desertificación, sequías, inundaciones, calentamiento global, gases de efecto invernadero, contaminación, cambio de cobertura, aumento de la superficie cubierta por zonas urbanas, sobreexplotación), y consecuencias en las contribuciones de la naturaleza a las personas.

Tabla 2. Examples of biological levels for modelling (compositional, structural and functional biodiversity variables, from (Noss, 1990; Dale and Beyeler, 2001), selected to represent levels of biodiversity that warrant attention in environmental monitoring and assessment programmes. IPBES https://www.ipbes.net/modelling-impacts-drivers-biodiversity-ecosystems

Level	Composition	Structure	Function
Individuals	Genes	Genetic structure	Genetic processes, metabolism
Populations	Presence, abundance, cover, biomass, density	Population structure, range, morphological variability	Demography, dispersion, phenology
Communities	Species richness, evenness and diversity, similarity	Canopy structure, habitat structure	Species interactions (herbivory, predation, competition, parasitism), decomposition
Ecosystems	Habitat richness	Spatial heterogeneity, fragmentation, connectivity	Ecosystem processes (hydrologic processes, geomorphic processes), disturbances

3. Resultados

3.1 Revisión de escenarios, modelos e indicadores de BSE

Con el fin de dar un hilo conductor a nuestra discusión, buscamos contrastar la información obtenida en los resultados bajo una serie de preguntas orientadoras más relacionadas con la gestión, este enfoque nos permitirá llevar la discusión a una orientación de interfase para la toma de decisiones, y llegando a generar una serie de mensajes claves, que permitirán resumir los hallazgos del capítulo

.

En la sección de discusión queremos abordar las siguientes preguntas orientadoras:

- :¿Cual es el alcance de los escenarios y modelos para su uso en la gestión de la BSE?
- ¿Cómo se puede mejorar el desarrollo y uso de los modelos y escenarios?, ¿Qué vacíos de información y conocimiento se identificaron?
- ¿De qué forma el análisis de los escenarios es útil para la planeación del desarrollo sectorial del país?
- ¿De qué forma se relacionan los escenarios Nacionales con escenarios de escala regional (e.g. GEO) o global (SSPs) entre otros?
- ¿Cual es la relación y el aporte de los escenarios generados en el País con el cumplimiento de las grandes metas nacionales e internacionales(e.g. ODS y PND)

3.1.1 Diversidad de especies:

En Colombia se han desarrollado modelos que proyectan las tendencias futuras en términos de diversidad de especies. En su mayoría las aproximaciones metodológicas consisten en proyectar las distribuciones de especies bajo escenarios de cambio climático.

Colombia es el país más diverso del mundo en número de especies de orquídeas y aves (Betancur et al. 2015, Avendaño et al. 2017). Para estos dos grupos se han modelado los cambios en sus distribuciones en escenarios futuros de cambio climático, encontrando que el área de distribución de especies de orquídeas asociadas a bosques secos se reducirá en un 63.3% para el 2030 y en un 75.6% para el 2050 y aumentará altitudinalmente 177 metros en 2030 y 379 metros en 2050 con respecto a la distribución actual (Reina-Rodríguez et al 2016). Para las aves amenazadas de riesgo de extinción y aquellas de distribución restringida, se proyecta una pérdida de su áreas de distribución actual en promedio de 33 a 43% y 18 especies pueden perder el 100% de su áreas de distribución actual (Velasquez-Tibata et al. 2013).

Un reto importante para estas especies en su desplazamiento hacia las nuevas áreas es encontrar hábitat naturales remanentes que permitan su persistencia, pues las nuevas áreas presentan procesos de fragmentación, cambio de uso del suelo y extracción de árboles forofitos (Reina-Rodríguez et al 2016).

La capacidad de adaptación de las especies a las condiciones climáticas futuras no solo depende de su capacidad de dispersión y hábitat disponible en las nuevas áreas, sino también de sus atributos fisiológicos e historia evolutiva (Laurance et al. 2011, Stevens 1992, Hsu et al. 2014, Reina-Rodríguez et al. 2016), se requieren más estudios enfocados en la genética y fisiología de los diferentes grupos biológicos para entender su capacidad de adaptación a los nuevos ambientes (Reina-Rodríguez et al 2016)

Los resultados obtenidos de la modelación futura de la diversidad de especies concuerdan con las consecuencias esperadas y anunciadas por el IPCC bajo incrementos de 1.5 a 2.5 °C en promedio para la temperatura global, bajo la cual se proyectan cambios mayores en la estructura y funcionamiento ecosistémico, interacciones ecológicas y desplazamiento geográfico de las especies (IPCC, 2007).

Los estudios de tendencias futuras en el cambio de la distribución de especies nos permiten identificar áreas protegidas decretadas que tendrán un alto valor en los procesos de adaptación de las especies, y que deben ser complementados con otras figuras o acciones de conservación

para que cumplan adecuadamente su función como nodos de conectividad en los paisajes futuros facilitando la dispersión de las especies (Velasquez-Tibata et al. 2013, Reina-Rodríguez et al 2016). En el caso de las orquídeas se identifican corredores migratorios altitudinales que pasa por áreas naturales protegidas de orden nacional y privado, y se proponen acciones de manejo con base en la conservación de árboles forofitos y vegetación natural riparia con más de 30 metros de altura (Reina-Rodríguez et al 2016). Para las aves amenazadas de riesgo de extinción y de distribución restringida las áreas protegidas de orden nacional y regional pueden representar áreas de distribución futuras para entre 46 a 96% de las especies evaluadas (Velasquez-Tibata et al. 2013), mayores porcentajes de representación de especies significan menores áreas de distribución representadas en las áreas protegidas. Es importante que para aquellas especies en donde se proyectan grandes proporciones en su pérdida de áreas de distribución actual, se implementen programas de monitoreo para implementar acciones de manejo que permitan su adaptación al cambio climático (Velasquez-Tibata et al. 2013).

La identificación de áreas prioritarias para enfocar los esfuerzos de conservación también se ha realizado en análisis regionales por ejemplo para los andes tropicales, en donde se identifica que incluso bajo los escenarios más optimistas sin restricciones de dispersión para las especies, la mayoría de las aves endémicas de los andes tropicales perderán más del 50% de su distribución actual para 2050, señalando que áreas en el Valle del Cauca y Putumayo en Colombia tiene un alto valor de conservación al ser zonas climáticamente más estables en escenarios futuros, y que los ecosistemas de alta montaña serán aquellos que perderán más especies y a su vez tendrán los valores más altos en el cambio de la composición de especies (Ramírez-Villegas et al. 2014).

Los cambios en composición de especies se han modelado para Colombia usando los resultados de 285 sitios de muestreo a nivel nacional en donde se ha evaluado los efectos de fragmentación sobre la biodiversidad continental colombiana y a partir de los cuales se proyecta el cambio de composición de especies usando cambios de cobertura cada 15 años entre 2005 y 2095 (Echeverría-Londoño et al. 2016). Los resultados estiman que bajo el escenario BAU la composición de las especies cambiará, reduciendo su similitud con aquella en 2005 y poniendo en grave riesgo el funcionamiento de los ecosistemas en Colombia (Echeverría-Londoño et al. 2016).

Bajo escenarios actuales de cambio de cobertura, Chaudhary y colaboradores en el 2018 desarrollaron un estudio para evaluar la pérdida futura en diversidad filogenética asociada a la

pérdida actual en la distribución de especies de mamíferos, aves y anfibios. Los resultados muestran que Colombia es el segundo país con mayor pérdida de diversidad filogenética a nivel global, representando una pérdida de 716 millones de años de historia evolutiva.

3.1.2 Ecosistemas

a. Terrestres

El cambio del uso del suelo junto con el cambio climático son los impulsores que más afectan la pérdida de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en América Latina, inducidos a futuro por un aumento de la población, el crecimiento del PIB, los patrones de consumo y las políticas subyacentes. Bajo un escenario "*Bussines as usual"* a 2050 mediante el modelo GLOBIO, se espera un incremento de uso del suelo por prácticas agrícolas e incrementos en temperatura, regímenes de precipitación y eventos extremos debido al cambio climático con sus consecuencias inmediatas sobre la pérdida de la biodiversidad (IPBES, 2018).

Para Colombia, el análisis de modelos y escenarios a nivel de ecosistemas presenta desarrollos diferenciales, asociados con las regiones, el tipo de ecosistema, la disponibilidad de información, los métodos usados para la modelación y/o generación de escenarios entre otros factores, dándose énfasis a las investigaciones sobre efectos del cambio del uso del suelo frente a la pérdida de ecosistemas, considerando pocas veces de manera sistemática y directa, las consecuencias sobre la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el bienestar humano.

Los motores de mayor incidencia en la transformación de distintos ecosistemas del país, se encuentran vinculados a la transformación del uso del suelo por expansión de frontera agrícola y ganadera (001, 010, 071), consolidación de enclaves productivos como el cultivo de palma de aceite (046, 078) ó el desarrollo petrolero en el caso de los llanos orientales (024), así como el desarrollo de proyectos de infraestructura (i.e vías) (024, 010 y 015) y la expansión urbana (076). Los efectos de estos motores, son la reducción de coberturas naturales, la fragmentación de los ecosistemas (pérdida de conectividad) y el consecuente cambio en la funcionalidad de los mismos y su biodiversidad.

A nivel regional, las investigaciones se han realizado para Andes (bosques montanos y páramos) y Amazonia (bosque húmedo tropical) (Rodríguez et al., 2013; Armenteras et al.,

2019), donde los modelos de cambio de uso del suelo a partir de LCM (Land Change Modeler), se enfocan en transiciones y tendencias de uso del suelo, incluyendo para su modelamiento variables asociadas a distancias (carreteras, centros poblados, bordes a bosques, pastos y cultivos de uso ilícito, actividades agrícolas o áreas protegidas, fuegos o deforestación), al igual que variables físicas (pendiente, clima) y algunos variables socioeconómicas (densidad de población o actividad económica). Los escenarios planteados en línea con el "Bussines as usual", apuntan a intensificación agrícola y ganadera para los Andes y cambios tecnológicos para el manejo de pasturas en Amazonia. Para Andes, los ecosistema de mayor afectación en los escenarios propuestos al año 2050 son el páramo (14 a 15%), los bosques andinos (15,6 a 28,6%) y los bosques bajos del piedemonte de la Amazonia y Orinoquia (14,7 a 30,2%), con fuertes implicaciones para el suministro de agua de las partes de alta montaña y en la pérdida de corredores de conexión entre ecosistemas andinos y de bosques húmedos tropicales. Para la Amazonia, en el escenario Bussines as usual, un 7,92% del bosque se perdería a 2030 con un aumento de los pastos, mientras que en los escenarios alternativos la pérdida boscosa oscilaría entre 4.6% y 1.4% bajo el escenario de conversión de pastos y manejo tecnológico de pasturas respectivamente.

A nivel local y sectorial, los pocos estudios sobre escenarios se encaminan en evaluar la expansión agrícola y ganadera y sus efectos sobre la conservación de ecosistemas naturales, abordando el uso del suelo como el factor principal que puede tener efectos sobre la biodiversidad, servicios ecosistémicos y bienestar de las poblaciones. Se destacan los trabajos relacionados con la palma africana, debido en parte a que Colombia es el cuarto productor mundial y es un sector prioritario dentro del Plan Nacional de Desarrollo, y han surgido preocupaciones ambientales relacionadas con los efectos de su expansión sobre la biodiversidad, la pérdida de hábitats naturales y las reservas de carbono.

El sector palmero presenta estudios regionales donde se evalúa su expansión a 2020 (Castiblanco et al, 2013) a partir de transiciones históricas de uso de la tierra, políticas de subsidios, demandas y metas proyectadas y uso de variables biofísicas. Los resultados son disímiles, siendo el más cercano a la realidad el escenario de subsidios, el cual se encuentra muy lejos de alcanzar las expectativas del gobierno; aproximadamente el 12,7% de nuevas plantaciones pueden ocurrir en bosques, matorrales y sabanas y una futura expansión de palma aceitera podría reemplazar otras áreas agrícolas y tener bajo impacto sobre procesos de deforestación. Usando los resultados del trabajo de Castiblanco et al (2018), Ocampo-Peñuela

et al (2018) estudiaron los efectos de la palma sobre vertebrados (aves, mamíferos y anfibios) bajo un escenario de expansión basado en objetivo del gobierno para la producción de aceite de palma, encontrando que sólo un 10,3% del área se superpone con ecosistemas amenazados; sin embargo la expansión en zonas de transición entre Andes-Amazonas (Putumayo y Caquetá) afectaría aves y mamíferos y mamíferos amenazados y la expansión en el departamento de Meta continuará siendo perjudicial para los mamíferos, mientras que los anfibios se verían afectados al suroeste del país y de proyectarse un incremento al doble en la producción nacional se sugiere se realice en áreas degradadas cerca a las plantaciones actuales donde los valores de biodiversidad de estas especies es bajo.

Entre los trabajos puntuales asociados a escenarios del sector palmero, se destaca la investigación de Castanheira et al (2014), donde evaluaron escenarios alternativos de uso del suelo (LUC) y técnicas de fertilización para un sector de la Orinoquia con relación a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Se encontró que LUC es un factor importante en la intensidad de GHG, donde la mayor intensidad corresponden a la conversión de bosques tropicales en plantaciones y los valores más bajos a la conversión de sabanas, matorrales y tierras de cultivo, siendo la aplicación de nitrato de amonio y calcio los fertilizantes de mayor incidencia en el incrementa la emisión de GEI.

En zonas de con desigualdades sociales y presencia de conflictos armados donde los sistemas ganaderos y palmeros son predominantes, Boron et al (2016) demuestra la importancia de los análisis históricos del uso del suelo y sus causas como base para un futuro sostenible. Los autores a través de encuestas semiestructuradas y análisis de relaciones de diferentes usuarios establecen tres escenarios para el Magdalena Medio, basados en Política ambiental y agrícola para cumplir los ODS: Business as Usual, Marco regulador y Adopción de incentivos. El primer escenario no es compatible con las partes interesadas y afecta negativamente la mayoría de los objetivos de sostenibilidad principalmente la desigualdad, biodiversidad, recursos naturales y seguridad alimentaria, mientras que los otros dos escenarios alternativos que en últimas pretenden establecer estrategias de conservación en paisajes agrícolas, mejoran la sostenibilidad global, incluida la biodiversidad. El estudio evidencia que la adopción de una política mixta que abarque tanto una regulación más fuerte sobre el uso del suelo, así como los planes de incentivos a nivel local ayudará a reducir las problemáticas sociales y ambientales.

En el trabajo de 015, muestran como la probabilidad de transformación de coberturas de bosque a no bosque se incrementa para zonas que se encuentren a una distancia aproximada de 6km de los proyectos viales lo cual, es importante considerar en el caso Nacional, para atender los impactos potenciales de los desarrollos de infraestructura vial proyectados sobre la cobertura terrestre; a manera de ejemplo los autores 015 calculan el potencial de deforestación para dos proyectos viales en las subregiones del Bajo Cauca y el Noreste del departamento de Antioquia (rutas Porce y Zaragoza, respectivamente) en 103.729 ha.

b. Humedales

A pesar que los humedales albergan una alta diversidad y proporcionan un gran número de servicios ecosistémicos, los procesos de pérdida, degradación y conversión a nivel global son altos, debido al desarrollo agrícola, construcción de infraestructura y expansión urbana como causas directas y al crecimiento económico y poblacional como causas subyacentes (Asselen et al., 2013). Colombia no es ajena a este panorama, y ante los impactos ocasionados por el cambio del uso del suelo y los climas extremos, el país considera este ecosistema de importancia estratégica vinculando con el desarrollo económico y social de la población.

Ricaurte et al. (2017), a partir de conocimiento de expertos y un enfoque participativo evaluaron los servicios ecosistémicos y los conductores de cambio de los diferentes tipos de humedales a nivel nacional. El suministro y la regulación del agua junto con el hábitat para especies y los servicios culturales fueron considerados los SE más importantes. Para el año 2025 y ante la expansión de actividades ganaderas, de desarrollo urbano y carreteras, minería, infraestructura de agua, cultivos de palma de aceite, caña de azúcar y arroz y silvicultura, se identificaron los humedales pertenecientes a las zonas hidrográficas de Magdalena-Cauca, seguida por el Meta, Caribe-Guajira, Sogamoso-Nechí y Cesar como los de mayor vulnerabilidad para la pérdida de BSE. Se destaca la crítica situación de los humedales costeros consecuencia de su condición ecológica y distribución reducida.

c. Marinos y Costeros

La biodiversidad marina y los servicios ecosistémicos, asociados principalmente a arrecifes de coral, marismas costeros, pastos marinos y manglares, seguirán experimentado pérdidas como en las últimas décadas debido al cambio climático, la sobre-explotación y la contaminación. Bajo un escenario de calentamiento de 4° C, se espera una mortalidad de los arrecifes de coral y un impacto sobre los manglares debido a procesos de calentamiento y aumento del nivel del mar, cambio de las corrientes oceánicas, aumento de tormentas, aumento en dióxido de carbono e incrementos en la frecuencia de eventos del Niño entre otros factores, que incidirán en

cambios poblacionales, de productividad, agotamiento de oxígeno en la costa y en el agua dulce entre otros, afectando los medios de subsistencia de la población costera (IPBES, 2018).

Los cambios de regímenes en ecosistemas marinos, es decir, cambios en la persistencia y reorganización de su estructura y función, tienen impacto sobre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano e inciden en la gestión y gobernanza de los ecosistemas (Rocha et al., 2015). La producción de alimento (pesca y agricultura), el cambio climático (calentamiento global, Co atmosférico, temperatura, acidificación de los océanos, aumento del nivel del mar y variabilidad ENOS) y el desarrollo costero (urbanización asociada a deforestación y sedimentación) son los impulsores de cambio más comunes, mientras que los servicios culturales (valores estéticos y de recreación), la biodiversidad y la producción primaria, son el grupo de servicios ecosistémicos con mayor afectación a nivel global. Se espera que los impactos causados por la urbanización, el crecimiento de la población humana, el desarrollo de infraestructura, el aumento de aguas residuales y contaminación en zonas costeras, disminuya la calidad del agua, aumente el riesgo de enfermedad e impacte valores estéticos (Rocha et al., 2015). Se resaltan los efectos del cambio climático a futuro causado por múltiples impulsores (pH, temperatura, concentración de oxígeno y disponibilidad de alimentos), donde se prevé que una afectación en la variabilidad natural de varias propiedades del océano bajo un escenario de "Bussines as usual" cercana al 85% para el año 2050, mientras que bajo un escenario de mitigación, el estrés inducido por el cambio climático puede reducirse drásticamente (Henson et al., 2017).

En Colombia, los modelos y escenarios en ecosistemas marinos y costeros son incipientes para analizar las tendencias futuras de ecosistemas como los arrecifes de coral y otros sustratos (algas, cianobacterias y octocorales) y gran parte de las investigaciones se han centrado en la Reserva de la Biosfera de SeaFlower (Caribe colombiano), indicando los efectos a futuro del impacto humano sobre los procesos ecológicos y la incertidumbre en las respuestas de algunos de estos ecosistemas. Lizcano-Sandoval et al (2019) identifican las respuestas del crecimiento de núcleos del coral (*Orbicella faveolata*) frente a condiciones ambientales y climáticas en los últimos 50 años, encontrando una densidad esquelética media global de 1.08 0.08 g cm3, tasa de extensión lineal de 0.96 0.11 cm /año y tasa de calcificación de 1.02 0.12 g cm2/año y la no identificación de un predictor de cambio predominante para explicar el crecimiento del coral; los meses de calentamiento mostraron un efecto negativo en las tasas de calcificación, coincidiendo con severos eventos de blanqueamiento de coral en la región. Finalmente

identificaron el AMO y el estado de la aragonita como factores importantes factores que afectan las tasas de crecimiento del coral en el suroeste del Caribe.

De otra parte, Sánchez et al. (2019), en la misma Reserva, indican una reducción constante en la cobertura de algas coralinas crustosas y en la cobertura de coral duro, así como una reducción en la complejidad bentónica y densidades de erizo de mar. El FORAM Index (FI) asociado a la calidad del agua y resiliencia de los arrecifes, está por debajo del rango esperado y corresponde a arrecifes con condiciones de agua desde marginal a inadecuado para la recuperación de las comunidades de coral, comprometiendo a futuro la calidad del agua y del hábitat como servicios de regulación y funciones ecosistémicas. Se señala la aparente eutrofización de los bancos de coral y el ciclo del carbono orgánico disuelto (DOC), como impulsores que pueden estar incidiendo en la degradación de los arrecifes coralinos.

Asociado con el soporte de hábitat la evaluación de los servicios de provisión se centra principalmente en la pesca. Cuervo et al (2018), empleando un modelo bioeconómico dinámico para el camarón blanco (*Litopenaeus occidentalis*), especie de importancia social y económica para las comunidades de pescadores del Pacífico y actualmente sobre-explotada, analizó los beneficios económicos de la pesca bajo escenarios de conservación de acuerdo al porcentaje de área marina protegida (AMP): status quo (nivel actual de protección), incremento de un 4,4 de áreas protegidas y sin protección en una de tiempo de 50 años (2060). Aunque, inicialmente los beneficios son menores en el escenario de protección propuesto, el nivel de biomasa será mayor después de 10 años, así como en la migración entre zonas marinas y los niveles de esfuerzo pesquero, alcanzando a los 20 años el máximo beneficios. Luego de este tiempo, el esfuerzo seguirá aumentando, pero no los niveles de biomasa, que están más cerca de la capacidad de carga y bajo mayor presión de extracción. Consecuentemente, se espera que las capturas y beneficios totales disminuyen con el tiempo convergiendo a cero. Pese a ello, se justifica la implementación de las áreas marinas protegidas como estrategia de conservación y se estima que la industria de camarón tendría rendimientos cercanos a 3.0 y 8.3 millones de dólares (en valor presente), aún cuando es evidente la necesidad de aplicar estrategias de cogestión o políticas que regulen esfuerzo de pesca que a largo plazo contrarrestan la pérdida de muchos bienes y servicios que los ecosistemas marinos y la vulnerabilidad de sus pobladores.

Finalmente, uno de los servicios culturales importantes para el Caribe es el turismo, el cual se ve afectado por la calidad del agua. Para San Andrés, Abdul et al (2018), evaluaron escenarios de calidad del agua costera considerando diferentes variables y alternativas de gestión: la normativa actual (Directiva 1594), y dos escenarios hipotéticos, uno estricto con un mayor umbral de los estándares de salud, y uno permisivo con valores mayores de tolerancia. Se encontró que bajo el marco normativo 20% de sitios de muestreados están altamente contaminados, 27% presentan alto nivel de contaminación y el 53% muestra nivel intermedio y las playas más turísticas se clasifican de intermedio a alto nivel de contaminación; en el escenario estricto 27% de los sitios de muestreo representan un riesgo muy alto para la salud humana, 47% de alto riesgo y 27% de riesgo intermedio y en el escenario permisivo, el 47% de los sitios de muestreo presentan estado de contaminación intermedia y el 53% representa un riesgo bajo, adecuado para fines recreativos. Lo anterior indica, a futuro impactos en ecosistemas estratégicos y vulnerables como los arrecifes de coral y sistemas pelágicos, en los que las industrias del turismo y la pesca de la Isla dependen.

3.1.3 Recurso suelo

De acuerdo con el libro Suelos y Tierras de Colombia (IGAC, 2015), los siguientes son los principales factores a tener en cuenta, requeridos para evaluar los escenarios de conservación y/o degradación de los suelos y servicios ecosistémicos en Colombia:

(a) Teniendo en cuenta las diferentes regiones fisiográficas del país (Amazonía, Andina, Caribe, Insular, Orinoquía, Pacífica, Sistemas montañosos aislados, Valles y depresiones interandinas), un 73.8% del territorio puede considerarse como no montañoso (Figura 4a); este hecho que se manifiesta en la temperatura global del país, dado que aproximadamente un 84% del territorio tiene una temperatura media anual mayor a 24°C (Figura 4b) (IGAC, 2015),

(b) Respecto a los suelos de Colombia (IGAC, 2015), se ha observado que:

(i) Mas del 76% de los suelos del país están al menos húmedos 90 días acumulados (régimen údico) o consecutivos (régimen ústico) al año (Figura 4c),

(ii) el 84.1% del territorio posee suelos considerados como de pH ácido,

(ii) La mayoría de los suelos del país (86%) pueden ser considerados de baja o alta evolución, es decir, o jóvenes (Entisoles, Inceptisoles) o antiguos (Oxisoles, Ultisoles) (Figura 4d),

(iv) Aproximadamente un 72% de los suelos del país poseen un porcentaje de carbono bajo (< 1.5%) en los primeros 30 cm (Figura 5a), resaltando que la mayoría del carbono almacenado en suelos de Colombia se encuentra en la región fisiográfica de la Amazonia,

(v) Dada la relación positiva entre carbono y agua retenida en el suelo, el agua disponible para las plantas puede considerarse entre baja y media en un 43% de los suelos del país, aunque desafortunadamente se desconoce esta información en aproximadamente un 51% del país (Figura 5b),

(vi) En consecuencia, la fertilidad de los suelos del país puede catalogarse como baja o muy baja en un 76.4% (Figura 5c), los cuales dan soporte a una cobertura vegetal predominantemente boscosa (57%), casi el doble del territorio ganadero y casi 10 veces el territorio agrícola (Figura 5d),

(vii) Donde los suelos entre 1988 y 2012 estuvieron sujetos a un bajo riesgo de erosión en su mayoría (Figura 5f) (IGAC, 2015, IDEAM, U.D.C.A., 2015).

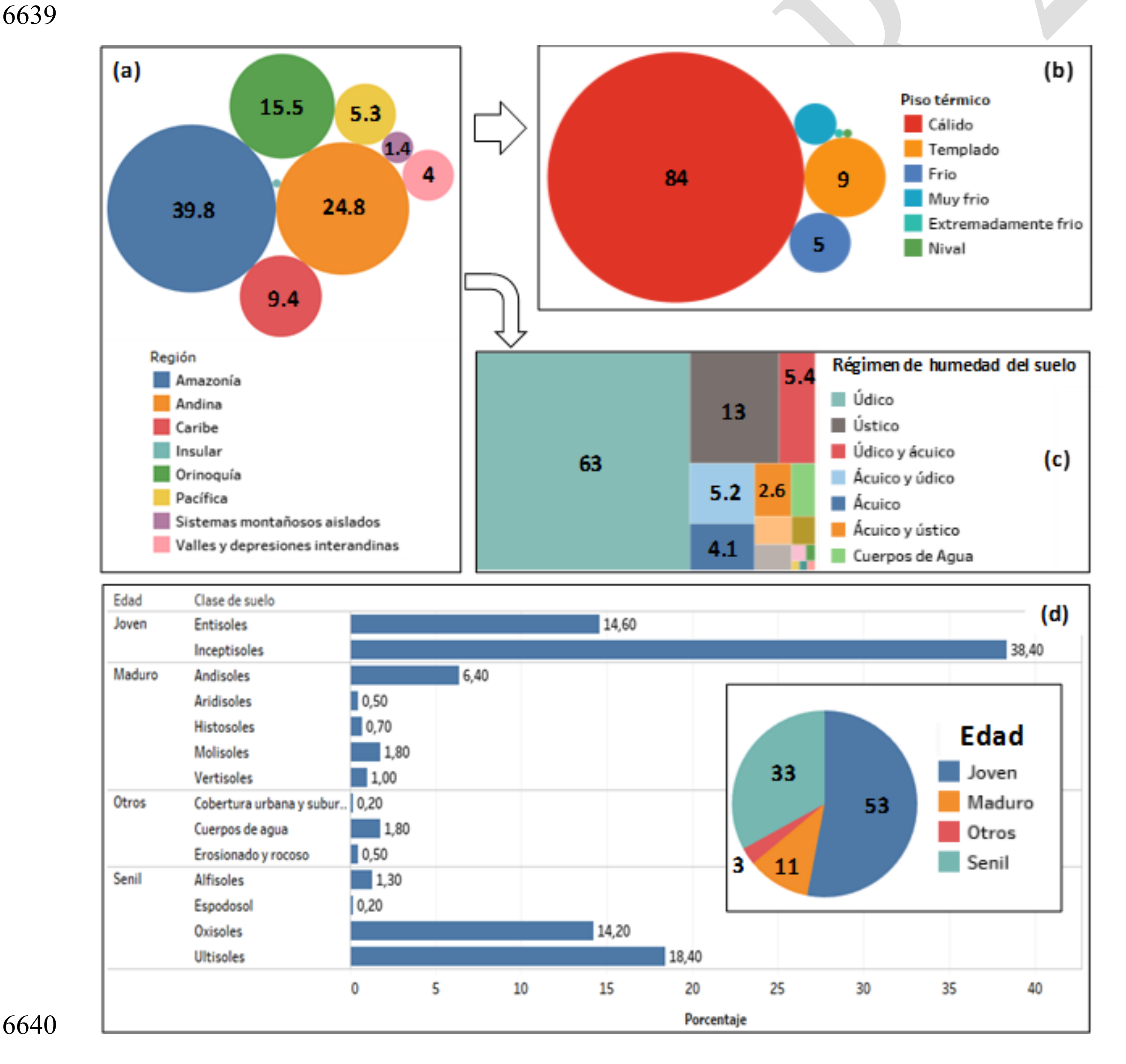


Figura 4. (a) Regiones, (b) Pisos térmicos, (c) Regímenes de humedad de los suelos y (d) las Edades y Tipos de suelos en Colombia (IGAC, 2015).

(c) Respecto al estado actual de los suelos y tierras de Colombia (IGAC, 2015): (i) el 6.6% de los suelos presentaban degradación por erosión natural o antrópica y el 0.6% están afectados por colonización descontrolada, deforestación extrema y minería ilegal, (ii) por otra parte, el 1.0% de los suelos presenta deficiencias de agua, lo cual provoca problemas de salinización, sodización, desertización y baja producción, (iii) un 3.6% de los suelos presenta exceso de humedad climática o edáfica, lo cual restringe su productividad agrícola y agronómica, (iv) un 5.7% de los suelos presentan degradación física del suelo debido a su sobreutilización, mientras que el 2.5% de los suelos restante están subutilizados, lo cual promueve la degradación social de la población rural y (v) un 4.5% de los suelos del país son tierras óptimas para la producción ganadera, agrícola y forestal, mientras que un 59.6% deberían ser de protección recomendada o manejo agroforestal, frente a un 15.8% de zonas que están protegidas legalmente.

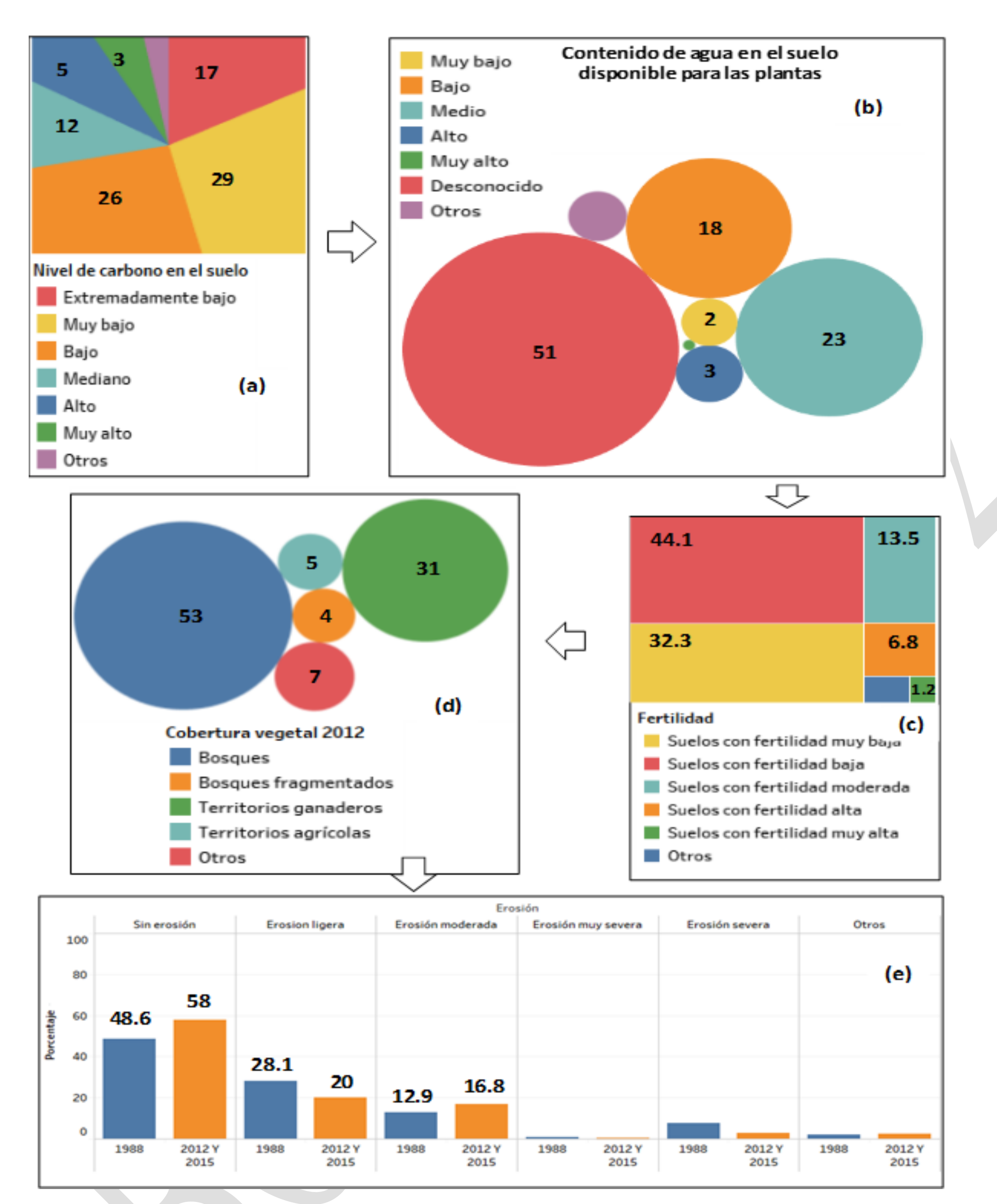


Figura 5. (a) Carbono orgánico (0-30 cm), (b) Contenido de agua disponible para las plantas, (c) Fertilidad, (d) Cobertura vegetal (IGAC, 2015) y (d) Riesgo de erosión en los suelos de Colombia (IGAC, 2015, IDEAM, U.D.C.A., 2015).

Teniendo en cuenta esta información, la mayoría de los suelos del país están sometidos a condiciones climáticas que dificultan la acumulación de materia orgánica, factor esencial para mejorar su fertilidad y del cual dependen los principales servicios ecosistémicos del suelo: la retención de agua y el almacenamiento de carbono. Muchos de los suelos dependen del aporte de la materia orgánica proveniente de su cobertura vegetal para su conservación, indicando que un uso adecuado de estos suelos requiere prácticas agroforestales, por medio de las cuales se

potencie su productividad, sin la remoción total de la vegetación nativa y teniendo en cuenta la potencial acidez del suelo.

Se recomienda desarrollar nuevas variedades tolerantes a la alta acidez y bajos niveles de nutrientes en los suelos Colombianos (García-Ocampo, 2012). Por otra parte, se requiere que las reservas de carbono en los suelos de la Amazonía sean manejadas adecuadamente, dado que mientras que una hectárea de bosque perdido en la Amazonía produce una pérdida significativa de reservas de carbono (De Pinto et al., 2016). La rapidez en la eliminación de los bosques de tierras bajas de Colombia presenta un gran desafío para la planificación de la conservación (Etter et al., 2006). En general, los servicios ecosistémicos de regulación del clima, el ciclo del agua y la erosión del suelo son los más afectados por la expansión de los pastos en el paisaje amazónico, en detrimento de la cobertura arbórea (bosques primarios y secundarios, cultivos perennes), por la pérdida de carbono en la biomasa y una fuerte disminución de la infiltración de agua en el suelo (Grimaldi et al., 2014). Es necesario recordar que existen serias indicaciones de que el aumento global de la temperatura, está promoviendo una mayor emisión de CO_2 desde los suelos, debido a la descomposición de su materia orgánica (Bond-Lamberty y Thomson, 2010). Respecto a las regiones montañosas del país, se espera que la mayoría de los tipos de cambio en el uso de la tierra que involucran la transformación de los bosques montanos superiores y los ecosistemas de páramo en zonas agrícolas, causen un flujo neto de carbono desde el suelo a la atmósfera (Tonneijck et al., 2010).

3.1.4 Recurso Hídrico

Muchas comunidades en regiones tropicales de Colombia enfrentan un futuro incierto frente al recurso hídrico, con fluctuaciones cada vez más fuertes asociadas a impulsores de tipo climático, de población creciente y de mayor demanda por parte de los sectores. Estos cambios tendrán impactos directos en ecosistemas estratégicos especialmente en los valles del Cauca y del Magdalena así como las regiones del Orinoco y del Amazonas (Cañón-Barriga & Domínguez, 2015).

A raíz de ésta situación surge una pregunta clave: *¿Cuánta agua demandará la población colombiana al año 2022 de acuerdo con su tendencia de crecimiento?*. El IDEAM en el año 2015 se dio a la tarea de proponer escenarios de la demanda del agua en Colombia al 2022. Dichos escenarios se han trabajado bajo los supuestos de 1. unas condiciones de crecimiento económico entre un 4% y un 5%, que se incrementan las condiciones de la accesibilidad nacional a las regiones y por lo tanto se intensifican los intercambios y las dinámicas de

crecimiento nacional y regional, 2. que los mercados internacionales se mantendrán estables para los bienes comercializados con el resto del mundo y 3. que el comportamiento del clima y con este el régimen de lluvias (fenómeno del niño y niña) es un factor determinante en el comportamiento del sector agropecuario y puede afectar al sector energético. Bajo estos supuestos se plantea un escenario optimista uno pesimista y uno probable (IDEAM, 2014).

Escenarios sobre el uso de recurso hídrico para Colombia.

Bajo el escenario optimista de demanda del recurso hídrico en Colombia, el crecimiento de la población continúa con una tendencia lenta, el consumo humano ha venido disminuyendo por los ajustes en las tarifas desde el año 2004, el uso doméstico de agua continúa decreciendo y los sectores hacen un uso racional disminuyendo las pérdidas hasta en un 5%. Como se tendrán mejores infraestructuras de medición y control se aumenta la autorregulación en el uso y las políticas de uso eficiente se interiorizan, lo cual se evidencia en la utilización de tecnologías ahorradoras de agua y procesos económicos de producción que hacen un uso eficiente el mismo. Las tasas por uso de agua se nivelan de tal manera que los usuarios entienden que la tarifa es un instrumento para garantizar la conservación y no como un impuesto al uso del agua. La economía nacional continúa con una tasa de crecimiento dinámica y sostenida superior al 5% ya que se concretan las obras de infraestructura nacional que les da mayor accesibilidad a los mercados y el clima es moderado por lo que no afecta las cosechas ni la producción ganadera. Tampoco hay racionamiento en el uso del agua ni cortes de energía (IDEAM, 2014).

Bajo un escenario pesimista, el uso desmedido del agua es la constante, si bien el crecimiento de la población mantiene su velocidad de crecimiento, se ahondan sus condiciones de pobreza por lo que no se interiorizan los comportamientos para garantizar un uso eficiente del agua. Las tasas por uso de agua siguen siendo muy bajas y si bien los recaudos no son económicamente eficientes, no lo son tampoco los planes de conservación de cuencas o de los recursos naturales en general. El fenómeno del niño se intensifica (todos los años) y se afectará la producción agropecuaria aumentando la importación de alimentos. La actividad económica tendrá por épocas racionamiento de energía lo que puede afectar el crecimiento económico, así se tengan perspectivas de tasas altas. Se da un desplazamiento de las exportaciones industriales en favor de commodities, situación que tiende a profundizarse. Si bien seguirá creciendo la participación de la minería en el PIB de Colombia lo cual es importante para la economía, no se controla el uso de agua realizado por este sector. Se considera que las pérdidas continuarán siendo altas a lo largo de la década (IDEAM, 2014).

Bajo un escenario probable hay un crecimiento de la economía con tasas del 4% al 5%, las condiciones del proceso de uso de agua en las actividades económicas sigue siendo el mismo con altos desperdicios de agua ya sea porque no se hace un control en el uso del mismo, porque los sistemas de medición y control no mejoran o porque no se establecen tarifas con alta significación que modere el consumo. Es posible que los consumos de agua tengan una tendencia de crecimiento que supone tasas similares a las existentes hoy. El uso de agua por el ser humano sigue aumentando y los usos en las áreas rurales no tienen control. Por lo tanto, la velocidad de demanda de agua rural será creciente y rápida mientras que la registrada en las áreas urbanas crece a ritmos más lentos. Sin embargo, el crecimiento de las áreas urbanas continuará haciendo que los mayores volúmenes de agua se concentren en las principales ciudades. También la población sigue en un proceso de envejecimiento cuya participación estará en el 13% en el año 2020. Dicha situación seguramente presionará el uso de agua en servicios médicos y otros servicios propios de la dinámica de la población adulta y mayor. Se mantienen las condiciones favorables para la inversión extranjera y se sigue impulsando la actividad minera con un control limitado de los consumos de agua solamente a lo establecido en los permisos. La demanda de energía sigue alimentándose de las fuentes hídricas, factor favorable para el crecimiento del país. Entran en funcionamiento 3 nuevas hidroeléctricas y continuará aumentando moderadamente la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Proyecciones por el uso de agua en los sectores

Las proyecciones de uso del agua sectorial calculadas en el Estudio Nacional del Agua ENA, muestran que el uso de agua proyectado para la industria en la década se comportará de manera decreciente. Si bien las tasas no superan el 0,011% durante toda la década se prevé que disminuya dada la pérdida de participación del sector en el PIB y los diferentes obstáculos para la generación de industria en el país. El comportamiento creciente de los costos de producción y los efectos de las políticas de comercio exterior pueden afectar la producción industrial y por lo tanto afectará a la baja el uso de agua (IDEAM, 2014).

El incremento total del uso durante la década suma 63.717 millones de m3, es decir el 77,1% del uso realizado en el año 2012. Los sectores con los más altos incrementos a 2022 son agrícola con 39.526 millones de m3 , que representa el 135,8%, hidrocarburos que dobla el uso alcanzando 1 millón 28 mil m3, la piscicultura con un 71,8% y 2.841 millones de m3, minería 48% y 948 millones de m3 y generación de energía con 42,7% y 11.039 millones de m3 . Los sectores con crecimientos más lentos son industria y construcción 0,7%, con 2.120 Millones

de m3, servicios 7,3% y 517 Millones de m^3, uso doméstico 11,2% y 3.294 Millones de m3 (IDEAM, 2014)

Proyecciones por el uso de agua de uso doméstico

En cuanto a la demanda de agua para el uso doméstico en el año 2022 se alcanzarán volúmenes de demanda de 3.294 millones con una tendencia creciente y sostenida durante la década. Bajo un escenario optimista es posible que se disminuya el uso de agua por persona año en un 11% si se implementan los programas de uso eficiente del agua y se mejoran los procesos de micromedición.

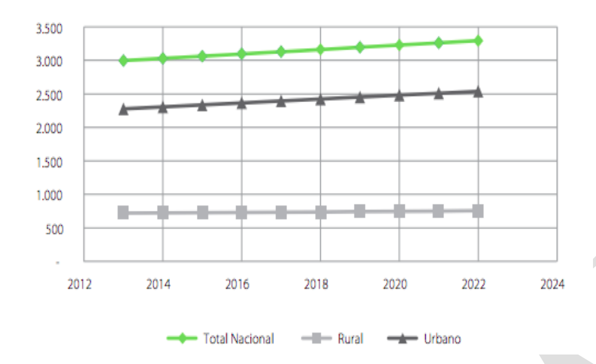


Figura 6. Proyección del uso de agua de tipo doméstico 2014-2022. Fuente: IDEAM, 2014.

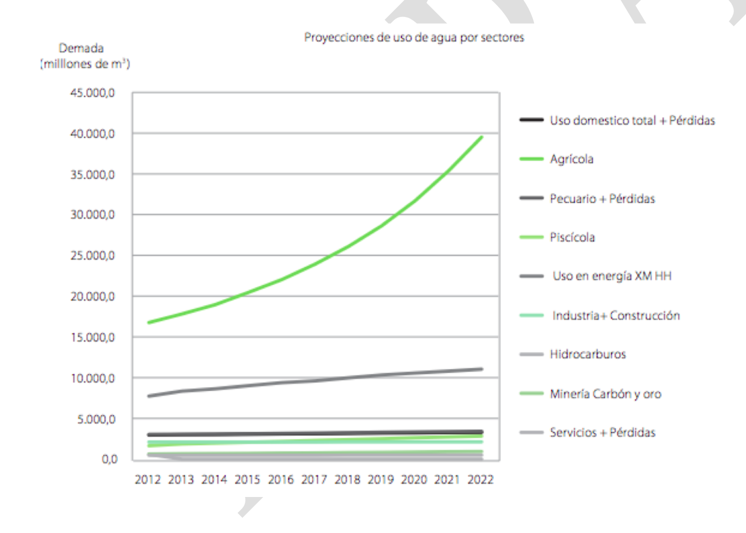


Figura 7. Proyecciones de demanda de agua por sectores 2012 -2022. IDEAM, 2014.

Al año 2019 el incremento alcanza el 42,9% del agua usada en el año 2012, siendo el uso más alto en la agricultura. La estimación al año 2019 realizada en el año 2010 alcanzó un volumen de 70.559 Millones de m3. Las perspectivas no son tan optimistas dado que se reconocen fallas

estructurales en los sectores cuya solución requiere de un gran esfuerzo en tiempo y en recursos (IDEAM, 2014). En general la demanda de agua por uso doméstico y por pequeños sectores como el piscícola será bajo al 2022, sin embargo es preocupante el desmedido crecimiento futuro en la demanda del sector agrícola y pecuario en el país (IDEAM, 2014)

Los escenarios del IDEAM coinciden con los resultados de los escenarios propuestos por Boron et al., en 2015, donde la expansión agrícola seguirá siendo un impulsor con impactos directos e indirectos en todos los aspectos de la sostenibilidad, incluyendo la hídrica. Especialmente se destaca que las agendas políticas nacionales y los subsidios seguirán beneficiado ciertos usos del suelo como plantaciones de palma y la ganadería a gran escala, con efectos negativos sobre todos los ecosistemas terrestres y acuáticos (Boron et al 2015).

Escenarios sobre los efectos del cambio climático en la precipitación y el recurso hídrico para Colombia.

El cambio climático climático puede tener una fuerte influencia en la hidrología de Colombia, específicamente relacionado con los efectos de la precipitación y del cambio en la temperatura. Para poner un ejemplo la Unidad de Planeación Minero-Energética estima que los impactos de una reducción de la precipitación implican incrementos en las inversiones anuales para energía de unos US$290 millones para el periodo del 2013-2050 (Hurtado y Mesa 2014). Así mismo los efectos del cambio climático pueden acarrear graves consecuencias ambientales, problemas sociales y declinación de la productividad agrícola e industrial de la región (Ospina-Noreña et al., 2017)

A pesar de esto la Información para el país sobre los efectos del cambio climático en la precipitación y el recurso hídrico para Colombia, son escasos, y muchos datos son dispersos o no tienen buena calidad, (Hurtado and Mesa 2014). En general las precipitaciones en Colombia tendrán reducción en algunas áreas del país mientras en otras zonas se verá incrementada, los autores coinciden en que en las regiones donde habrá incrementos de la precipitación hacia el 2050 será el centro y norte del Pacífico, el Magdalena Medio, la Sabana de Bogotá, Sogamoso, los valles de Catatumbo y Arauca. Por el contrario el piedemonte Llanero y Amazónico, el centro de la Orinoquia, la región central Amazónica tendrán un reducción de la precipitación de entre un 10 al 15% al 2050. En el resto de las regiones la información aún es escasa (Ruiz-Murcia, J.F. e IDEAM 2010).

Mención aparte merece la región de la Guajira donde, basados en modelos de potencial de evapotranspiración, humedad del suelo, almacenamiento, recarga y exceso hídrico, se proyecta una disminución en las precipitaciones del 2,4% y un aumento en la temperatura anual promedio entre 1.7ºC a unos 3.7ºC. este déficit en dicha región. (Ospina-Noreña et al., 2017)

3.1.5 Carbono y GEI - Cambio Climático

El cambio climático, se considera el impulsor de mayor crecimiento que afectará de manera negativa la diversidad biológica para el año 2050 en las Américas, proyectándose para la Amazonia en general un incremento de temperaturas medias y una mayor duración de la estación seca, afectando la distribución y productividad de los bosques, la disminución de la riqueza de especies y un aumento de los pulsos de inundación y recurrencia de incendios. Para los Andes, se espera un incremento de la temperatura y derretimiento de glaciares que incide en la provisión de agua y en ecosistemas de páramos y bosques montanos una disminución de la riqueza de especies (IPBES, 2018).

En Colombia, los escenarios de cambio climático (2011-2100), siguen la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), donde el comportamiento de la temperatura y la precipitación en los escenarios, depende del forzamiento radiativo impuesto por la concentración esperada de GEI y aerosoles en las diferentes épocas de evaluación (períodos de 2011 - 2040; 2041 - 2070 y 2071 - 2100), que pueden ser efecto de la combinación de diferentes futuros económicos, tecnológicos, demográficos, políticos e institucionales (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, 2015).

Escenarios de cambio climático a nivel nacional y regional

La Tercera comunicación nacional sobre cambio climático, indica que a 2040, cerca del 25% de los municipios de Colombia tendrán un riesgo alto a muy alto frente a los efectos del cambio climático, siendo la región Andina, Amazónica y Pacífica las de mayor afectación, junto con las ciudades capitales de las regiones Andina y del Caribe. La seguridad alimentaria, hábitat humano, infraestructura y biodiversidad serán los factores de mayor riesgo frente al cambio climático (IDEAM, 2017).

Para el periodo 2011-2040 se espera un incremento de temperatura cercano a 1.0ºC, mientras que para el período 2041-2070 los cambios oscilaran entre 1.0- 1.5 °C y 1.5-2.0ºC y para 2071-2100 habrá una mayor variabilidad entre los escenarios desde un aumento de alrededor

de 1.0°C hasta 3.5ºC. Los mayores aumentos se presentaran en la región Andina (Sogamoso, Catatumbo, Medio Magdalena y Sabana de Bogotá) y al oriente del país, mientras que los cambios más bajos serán hacia las regiones del Pacífico Norte y Central y Pacífico Sur; las zonas de alta montaña serán uno de los ecosistemas de mayor afectación. A nivel departamental los mayores cambios para 2011-2040 corresponden a Atlántico, Cesar, Magdalena y Vaúpes (1,0 a 0,9°C), para 2040-2070 a Valle del Cauca, Vichada, Sucre y Cundinamarca (1,9- 1,8°C) y para 2070 a 2100 a Magdalena, Cundinamarca, Putumayo, Valle del Cauca y Sucre (2,7 a 2,6 °C) (Fig. 8).

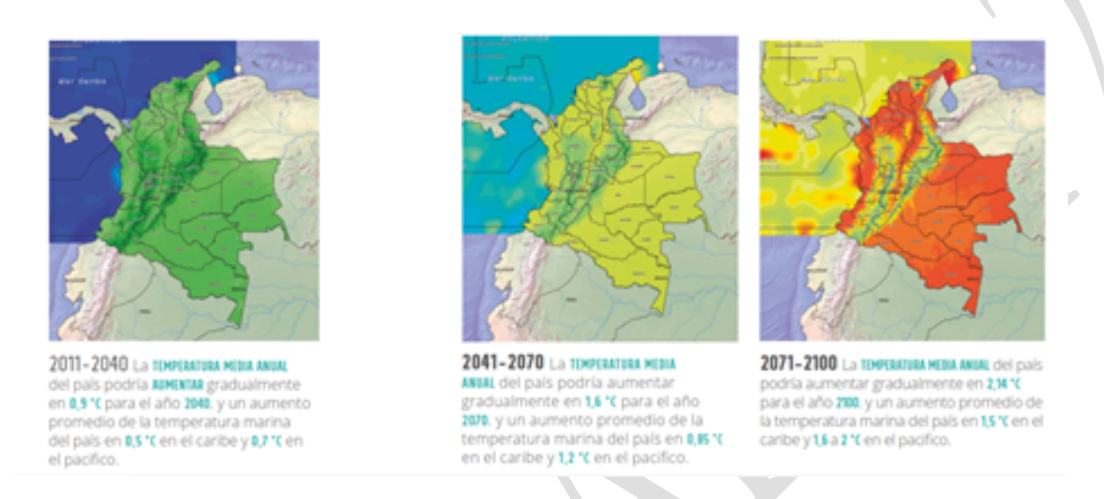


Figura 8. Diferencias de temperatura media 2011 -2100. IDEAM, 2017.

Para precipitación los resultados presentan un comportamiento similar con el período de referencia (1976-2005); sin embargo, no hay una tendencia clara a aumento o disminución de la precipitación, ni diferencias significativas entre los escenarios analizados, pese a que se proyecta un cambio de la variación de la precipitación inferior al ±5%, en promedio y cambios importantes en los volúmenes de precipitación. Para el periodo 2011-2100, la región Caribe y la Amazonia presentaran una disminución de la precipitación (10-40%), mientras que para el centro y norte de la región Andina habría incrementos (10 y 30%), siendo el eje Cafetero, el Altiplano Cundiboyacense y la cuenca alta del río Cauca las zonas con mayores valores. A nivel departamental para el período 2011-2040 y 2041-2070 habrá incrementos de precipitación en Caldas, Risaralda, Huila y Cauca (20,16 a 16,18%y 22,61 a 17,15% respectivamente) y decrementos en San Andrès y Providencia, Vaupés, Caquetà y Magdalena (-30,2 a 18,755 y -33.01 a 19,32% respectivamente). En el período 2070-2100, Risaralda, Caldas, Quindío y Cauca incrementarán sus precipitaciones (28,36 a 18,4%), mientras San

Andrès y Providencia, Vaupés, La Guajira y Magdalena tendrán mayor dèficit (33,01 - 20,02%) (Fig. 9).

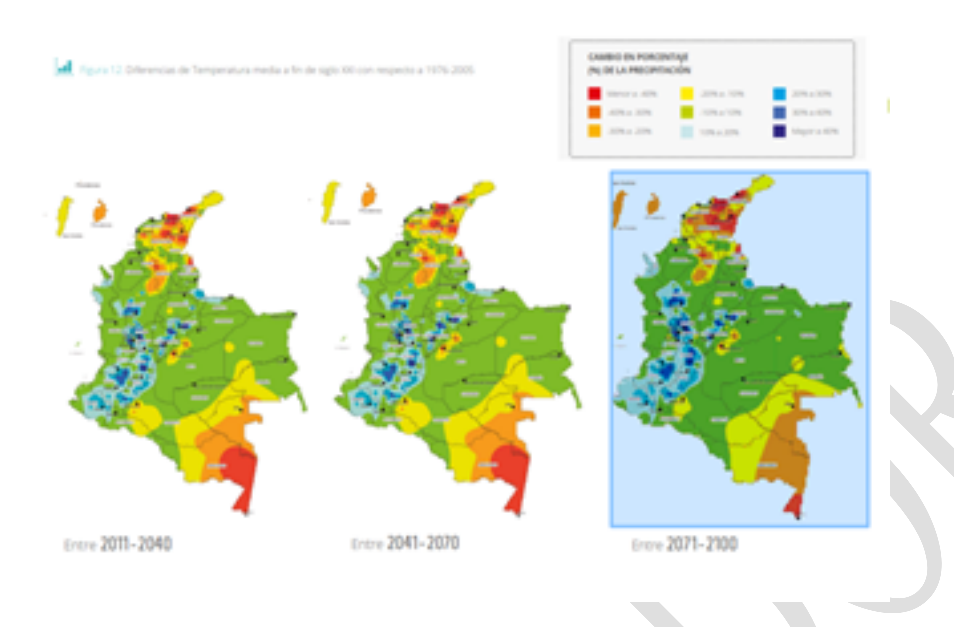


Figura 9. Diferencias de precipitación media 2011 -2100. IDEAM, 2017.

Las consecuencias del incremento en temperaturas será evidente en un aumento del nivel del mar, derretimiento de glaciares y nevados (Sierra Nevada del Cocuy, Volcàn Nevado del Huila) y retroceso de páramos, afectando servicios ecosistèmicos asociados a la provisión y regulación hídrica y regulación climática, y a las poblaciones que dependen directa e indirectamente de ecosistemas marinos y costeros y de alta montaña. También habrá mayor incidencia de olas de calor en áreas urbanas, recurrencia de eventos extremos, incremento de procesos erosivos y de desertificación y efectos sobre la productividad agrícola, lo cual se traduce en deterioro de servicios ecositèmicos asociados al recurso suelo principalmente.

La disminución de la precipitaciòn provocará cambios de uso del suelo y procesos de desertificación, así como la disminución de recursos hídricos, causando impactos en la salud humana y la economía regional, siendo el ecosistema de bosque seco tropical uno de los más afectados; el aumento de la precipitación originará incrementos en deslizamientos e inundaciones en zonas de alta montaña incidiendo en servicios ecosistèmicos de regulación ante eventos extremos y el desarrollo de infraestructura del país.

A nivel marino, costero e insular los escenarios simulados, indican para el Caribe se estima aumentos en temperatura cercanos a 0,55 y 0,5 °C para 2040, entre 1°C y 0.85°C para 2070 y entre 1.5°C hasta 1.3°C para 2100, donde la variación espacial sigue un mismo patrón, siendo el sector suroccidental del Caribe colombiano el que presenta mayores valores de TSM. En el Pacífico los escenarios indican que los mayores aumentos de TSM corresponden a la costa sur del Chocó y norte del Valle, con valores superiores a los 0.7°C (2040), 1.4°C (2070) y hasta 2°C (2100). Los menores incrementos se esperan para la región del Pacífico sur colombiano (Cauca, Nariño y área de influencia del Jet de Panamá), con aumentos inferiores a 0.4°C (2040), entre 0.85 y 0.9°C (2070) y hasta 1.3°C (2100) ((IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. 2017).

Se proyecta un descenso del pH al 2100 de 0.102 (RCP4.5) y de 0.159 (RCP6.0), lo que implica una menor disposición de CaCO3 en forma de aragonita y sus posibles consecuencias sobre procesos de calcificación y por ende un riesgo potencial sobre la biodiversidad marina asociada principalmente a los arrecifes de coral. Para la línea de costa aunque existen ganancias relacionadas con descarga de sedimentos, se prevé una pérdida de 5049 ha (2040) y cerca de 23070 ha (2100) para el Caribe, afectando principalmente los departamentos de La Guajira y Magdalena y para el Pacífico se proyecta una mayor pérdida asociada con la hidrodinámica marina y fluvial con 7579 ha (2040) y 26117 ha (2100) especialmente en los departamentos de Chocó y Nariño. Finalmente, los escenarios tendenciales de nivel del mar indican un aumento, siendo los departamentos de La Guajira y Magdalena los que presentan mayores valores y Nariño el de menor valor (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. 2017). Los efectos de estos cambios se percibirán en los arrecifes coralinos, manglares y pastos marinos a través del blanqueamiento de corales, mortalidad de individuos y pérdida de hábitat (Rojas y Pabón 2015).

Gases de efecto de invernadero

La participación de las emisiones en el país están distribuidas en el sector agrícola, silvicultural y de otros usos del suelo (71%), seguida de emisiones del sector energético (23%), residuos (4%) y procesos industriales. Bajo el escenario "*Business-as-usual*" asociado con la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), se evitará un aumento en las emisiones y en caso de no implementarse medidas de mitigación el país podría duplicar sus emisiones GEI a 2050 (Ideam, 2017). Paralelamente, Colombia presenta como instrumento legal frente a compromisos internacionales, el escenario "*desviación del business-as-usual*", el cual

contempla una meta incondicionada de reducción del 20% a 2030, es decir 335 Mton de CO2eq.



Figura 10. Escenarios de emisiones de Co2 a 2050

A nivel de emisiones de carbono del sistema energético en Colombia, el país tiene un bajo porcentaje en comparación con otros países de América Latina (3,4% de GEI); sin embargo, el crecimiento económico y el potencial aumento de tecnologías basadas en carbono puede afectar las emisiones e incidir en la política climática del país, acelerando los impactos sobre la biodiversidad y el bienestar humano. Calderón et al (2016), analizan los efectos fiscales asociados a reducción de impuestos y objetivos de reducción de carbono, encontrando que los modelos en general coinciden en un aumento de emisiones hasta 2050, asociado con aumento del PIB per cápita y el crecimiento de la población, aun cuando las intensidades de carbono proyectadas de la energía difieren debido a la dinámica del sistema de energía representado en cada modelo. Para algunos modelos (GCAM y Phoenix) hay un aumento en las intensidades de carbono explicada por generación eléctrica térmica (gas natural y carbón) y un costo más bajo que las energías renovables como parte de la generación eléctrica total, mientras que para otros modelos (TIAM-ECN y MEG4C) disminuyen la intensidad de carbono, resultado de la adopción de tecnologías más eficientes en los sectores residencial y de transporte.

Bajo los escenarios propuestos por Calderón et al (2017), los impactos en la economía muestran que el PIB en el escenario fiscal podría ser menor que en el escenario de referencia en un 2% a 3%; es decir la política climática debe ser integral e incluir impuestos, metas u otros instrumentos de política y oportunidades para disminuir los impactos económicos y las barreras

institucionales, sociales y ambientales. Respecto a los efectos de los impuestos al carbono y los objetivos de reducción en el sistema energético, el uso de energías más limpias alternativas bajo los escenarios analizados crece significativamente, y se asocia con la implementación de tecnología para la captura y almacenamiento de biomasa y carbón (CCS), aumento de la energía eólica o hidroeléctrica y la mejora de la eficiencia energética; pese a ello estos logros dependen de la Política climática nacional e internacional, cambios en el modelo energético y de los avances tecnológicos (079). La Figura 10 muestra la reducción de emisiones en tres escenarios de políticas, donde el escenario fiscal tiene emisiones más bajas en 2050.

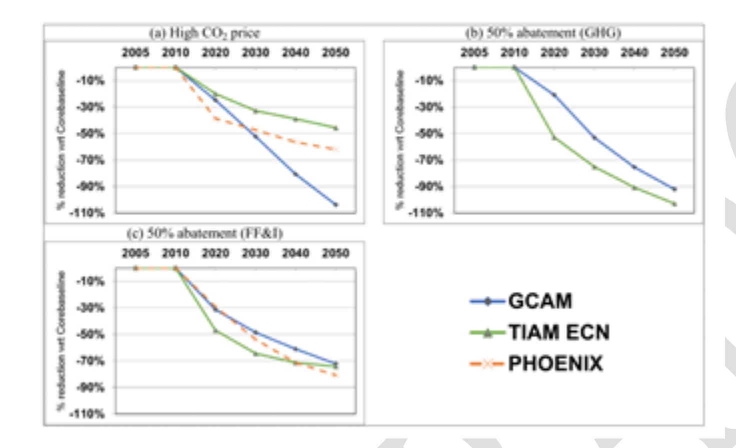


Figura 11 Reducción de Co2 respecto a la línea base (Fuente: Calderón et al., 2016)

3.1.6 Biodiversidad y los SE y su relación con lo Urbano

En construcción

3.2 Aplicación de escenarios y modelos para avanzar hacia la sostenibilidad

3.2.1 El valor de los escenarios participativos

Hasta el momento se han identificado tres aplicaciones de escenarios participativos:

Vilardy Quiroga, et al, 2011. Escenarios de futuro en la Ciénaga Grande de Santa Marta, in: Vilardy, S.P., González, J.A. (Eds.), Repensando La Ciénaga: Nuevas Miradas y Estrategias Para La Sostenibilidad En La Ciénaga Grande de Santa Marta. Universidad del Magdalena y Universidad Autónoma de Madrid, Santa Marta, Colombia, pp. 172–193.

Waylen, K., et al, 2015. Can scenario-planning support community-based natural resource management? Experiences from three countries in Latin America. Ecology and Society 20. https://doi.org/10.5751/ES-07926-200428

Cepal, Patrimonio-Natural, 2013. Amazonia posible y sostenible. Cepal y Patrimonio Natural, Bogotá.

Se realizará un análisis detallado de los aspectos clave considerados para la creación de los escenarios participativos identificados y cómo han aportado a temas de conservación y desarrollo. También se incluirán ilustraciones de los escenarios y se resaltarán las ventajas de estos ejercicios de visualización ejemplo: Figura 12.

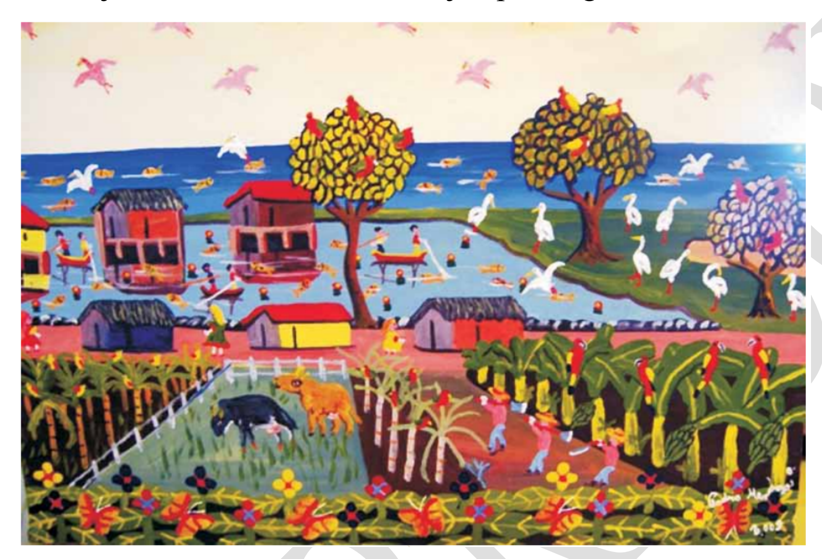


Figura 12: Pintura primitivista del artista cienaguero Pedro Mendoza que ilustra el escenario "Mosaico sostenible". Gestión integrada para la sostenibilidad social y ecológica de la Ciénaga de Santa Marta (Vilardy Quiroga et al. 2011).

3.2.2 Los escenarios en la Colombia post-conflicto

Las bases para la construcción de escenarios en la Colombia post-conflicto han sido tema de discusión por parte de diferentes actores e iniciativas. Aquí se listan y sintetizan los aspectos clave de estas bases que pueden ser usados para la construcción de estos escenarios:

- Morales, L. (2017). La paz y la protección ambiental en Colombia: propuestas para un desarrollo rural sostenible
- Salazar, A., Sanchez, A., Villegas, J.C., Salazar, J.F., Ruiz Carrascal, D., Sitch, S., Restrepo, J.D., Poveda, G., Feeley, K.J., Mercado, L.M., Arias, P.A., Sierra, C.A., Uribe, M. del R., Rendón, A.M., Pérez, J.C., Murray Tortarolo, G., Mercado-Bettin, D., Posada, J.A., Zhuang, Q., Dukes, J.S., 2018. The ecology of peace: preparing Colombia

for new political and planetary climates. Frontiers in Ecology and the Environment 16, 525–531. https://doi.org/10.1002/fee.1950

Temas a evaluar:

- Conflicto sobre usos y ocupación del suelo (deforestación, emisiones, etc).
- Desembarco de nuevos actores económicos.
- Migración de población vulnerable.
- Reintegración de combatientes a nuevas actividades económicas.
- Retos institucionales y de diseño de política pública (relación política y ciencia).
- Retos económicos y financieros (desarrollo urbano).

3.2.3 Futuros posibles en las estrategias de Conservación

La evaluación de modelos de uso de recursos naturales y de servicios ecosistémicos, así como de motores de pérdida de biodiversidad y la formulación de escenarios futuros, es incompleta si no se consideran los paradigmas socioculturales bajo los cuales estos han sido construidos.

En la mayor parte de la bibliografía, los paradigmas colectivos son tratados como elementos constantes de la modelación y principalmente desarrollados en la perspectiva del crecimiento económico sostenido, bajo el modelo capitalista imperante. No obstante, así como hay permanente dinámica en la Biodiversidad y en los beneficios para la sociedad, la gobernanza ambiental, también está sometida a permanente actualización. Pero así mismo, los paradigmas socioculturales, están transitando de forma regular, aunque son poco estudiados desde la generación de modelos y escenarios, a pesar de que son trascendentes en los futuros socialmente decididos.

En este sentido el enfoque de la ecología de los ecosistemas, ha venido transitando hacia la ecología de los socioecosistemas, en donde la variable social toma fuerza, ya no solo como motor de pérdida de biodiversidad, sino también como impulsor de mecanismos de regulación. El enfoque de las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad, proporciona evidencia de dichos tránsitos del paradigma, hacia una ecología para el antropoceno, que no considere la acción humana como ajena a la biodiversidad, sino como un elemento intrínseco al cambio, incluso generador de paisajes socio ecológicos.

La valoración social de la biodiversidad, se constituye en el mecanismo de aceleración del tránsito paradigmático, que como tal se evidencia de forma generacional, desde los formuladores de política a partir del extractivismo del siglo pasado y anteriores, hacia los

movimientos hippies, que han migrado en este siglo a los ambientalismos, animalismos, vegetarianismos y más recientemente veganismos, que se traducen en Colombia en normas tan avanzadas, para el contexto planetario como las relacionadas con la adopción de derechos a ecosistemas y territorios (Atrato, páramo de Pisba y Amazonia, recientemente del río cauca y dos ríos del departamento del Tolima Coello y combeima), que han sido propugnadas por las altas cortes del sistema jurídico Colombiano. Sin entrar a discutir las contradicciones, que dichos movimientos tienen, ni pretender poner en entredicho el modelo capitalista imperante en el planeta y por tanto en el territorio nacional. Es evidente, que la relación naturaleza – sociedad, está en tránsito y que por tanto, este no puede ser tratado como una constante de los modelos, sino también como una variable adicional, con enorme potencialidad de cambio.

En el país, la designación, declaración y administración de áreas protegidas, se ha constituido en la principal herramienta para la conservación de la Biodiversidad. Desde mediados del siglo pasado se han venido declarando áreas de conservación, sin embargo no fué sino hasta 1974, con el código de los recursos naturales que se organizó un sistema, que incluyó categorías, restricciones y una institucionalidad asociada. A finales del siglo pasado ya el sistema contaba con cientos de Areas protegidas, que cumplian con los requerimientos del Convenio de Diversidad Biológica, (incorporado a la legislación nacional, mediante ley de 1995), en tanto el sistema crecía un tanto anárquico, pues existían en ese momento no menos de 400 denominaciones de áreas protegidas, fue necesario establecer en 2010, un documento de política (CONPES 3680 de 2010), el primero en su materia, que pretende integrar un sistema de áreas protegidas completo, representativo ecológicamente y eficazmente manejado. Las metas de conservación habían transitado del 10% del territorio nacional (COP 07 del CDB) a las actuales del 17% del territorio terrestre y del 10% del área marina de las naciones (COP 08 de 2008). Las recomendaciones de dicho CONPES, de acuerdo con el DNP, han mostrado un cumplimiento del orden del 75%, lo que ratifica los avances del SINAP, como una de las políticas de mayor cumplimiento nacional. Sin embargo dicho Documento de Política, esta proxima a perder su vigencia, y ya el SINAP, está desarrollando procesos de actualización de la política, mediante un proceso de aprestamiento, diagnóstico, discusión y análisis, hacia la formulación de la problemática y el desarrollo de estrategias adecuadas a los tiempos en los que estamos circunscritos.

Aunque el SINAP, está próximo a surtir la meta de conservación, planteada por el Convenio de Diversidad Biológica, pues aunque ya ha logrado la meta marina y costera, aún está próximo

a cumplir la meta terrestre, que ha sido asumida de forma específica para cada uno de los ecosistemas (o unidades de análisis ecosistémico). Lo cierto es que en el país, aún prevalece la pérdida de poblaciones silvestres, en gran medida causada por procesos de cambio de uso de la tierra, en donde la deforestación se encuentra en una curva ascendente, en gran medida exponenciada por la firma del postacuerdo de paz, que además ha generado el aumento de los cultivos de uso ilícito y el acaparamiento de tierras. El sistema de áreas protegidas no ha sido ajeno a todas estas problemáticas.

Existe una fuerte campaña internacional (Campaign for nature, Wilson, Dinerstein, etc) para asumir nuevas metas de conservación, en el summit post 2020, que involucran el 30% para 2030 y 50% para el 2050, con mayores costos que beneficios para países megadiversos, como Colombia. Aunque la iniciativa tiene enorme apalancamiento de las grandes ONG como WWF, NC, WCS, aún no cuenta con respaldo mayoritario. En Colombia el aumento de las metas, puede significar mayor resistencia social a la iniciativa de conservación, máxime cuando aún no se reconoce el éxito del aumento de metas de conservación, para la disminución de la tasa de pérdida de especies y poblaciones silvestres.

Varias consideraciones deben ser hechas a partir de lo expuesto:

El rol de las AP; que aunque planteadas como muestras representativas de la Biodiversidad Nacional, están en el imaginario colectivo definidas como la salvaguarda de la biodiversidad, para lo cual no han sido diseñadas. Esto genera una discrepancia preeminente, pues para muchos las AP se constituyen en el "blindaje" para procesos de desarrollo, particularmente extractivista.

De la representatividad de los ecosistemas, se está evolucionando a la representatividad de las especies y poblaciones silvestres, sin embargo aún no existe conocimiento suficiente para transitar entre estos niveles de la biodiversidad, en un país como colombia megadiverso, pero aún inexplorado.

El sistema aún no es completo, desde la perspectiva de las categorías de conservación, pero tampoco está efectivamente manejado. Los recursos financieros asociados al manejo de áreas protegidas es insuficiente. y está muy por debajo de los estándares internacionales.

Ante la crisis de biodiversidad planetaria, se requiere repensar el SINAP, de forma holística. Solamente aumentar las metas de conservación, puede resultar insuficiente, y solo permite aplazar la frustración. A pesar de la campaña para la naturaleza, que está siendo generada de forma global. Las AP son necesarias, pero es un mecanismo limitado, mientras no se reduzca el consumo, se fortalezca la valoración social de la biodiversidad y se tomen medidas en los gobiernos, para el control de la pérdida de biodiversidad.

4. Conclusiones y Recomendaciones.

4.1 Vacíos de información y conocimiento

La revisión preliminar de la literatura disponible ha permitido identificar una ambigüedad en la conceptualización entre modelos y escenarios, así mismo dicha ambigüedad deriva en ejercicios operativos que se direccionan más al modelamiento de los drivers que de los cambios en los propiedades biofísicas de los ecosistemas, o en la integridad ecológica o en la oferta de servicios ecosistémicos, que se generan por dichos vectores de cambio (pendiente dato de porcentaje donde esto sucede)

Los drivers más evaluados o tomados en cuenta para el análisis de modelos o escenarios son económicos como ingresos de nuevas actividades económicas como la minería, petrolera, cultivos (i.e palma de aceite), construcción de infraestructura (i.e vías), así como procesos de crecimiento y expansión urbana. Desde el punto de vista biofísico, claramente la variabilidad climática extrema es abordada por los estudios evaluados (creería que la tabla posibilitará entregar los drivers que tienen más incidencia por tipo de unidad, no obstante estaría bueno verificar con el otro capitulo ellos cómo lo harán y más bien si esta información se la pasamos a ellos)

La variable proxy más empleada para entender cómo se comporta o afecta la biodiversidad ante escenarios de cambio es la cobertura vegetal, si bien este parámetro es un buen referente para evaluar los efectos sobre los ecosistemas y hacer inferencias sobre la capacidad de los ecosistemas para mantener la prestación de servicios ecosistémicos de interés ante vectores de cambio; es pertinente ahondar en estudios de ecología funcional que permitan entender la

adaptación o no de las distintas especies a estos procesos de cambio. (pendiente datos y porcentajes de variables proxys empleadas)

Es necesario avanzar por tanto en estudios que permitan la generación o construcción de escenarios, para comprender no solo del driver, si no también que posibiliten visualizar las trayectorias de sistemas socio-ecológicos bajo escenarios de cambio. Estos análisis permiten identificar los momentos de estabilidad, resiliencia o vulnerabilidad de los socio-ecosistemas contribuyendo a direccionamientos de manejo más asertivos.No obstante, se llama la atención que este tipo de estudios de trayectorias requiere el apoyo institucional y de recursos, que garanticen la continuidad en el tiempo, pues requiere del monitoreo e instrumentación tanto del sistema social como ecológico para garantizar la robustez de los datos empleados.

4.2 Hacia la construcción de escenarios en Colombia

El desarrollo de escenarios participativos estimula el debate creativo entre diferentes actores y facilita el intercambio de conocimientos y el entendimiento comunitario de los retos que pueden existir para el manejo de los recursos naturales (Johnson et al. 2012). Mediante este entendimiento los mismos actores se hacen participantes activos en temas de gobernabilidad de los territorios alejándose del sistema "command and control", típico de las instituciones colombianas. Sin embargo y a pesar de su relevancia, el uso de este tipo de metodologías es aún escaso en Colombia.

Los escenarios como herramienta de planeación son útiles en contextos de incertidumbre (Peterson, Cumming, and Carpenter 2003). El futuro de Colombia, en especial de su biodiversidad y servicios ecosistémicos, se encuentran en un punto de inflexión bajo el contexto de post-conflicto. El fin del conflicto armado puede traer consecuencias positivas para conservación (incluir citas y ejemplos) pero igualmente las tasas de transformación y pérdida de los ecosistemas naturales puede continuar o incrementar (incluir citas y ejemplos). Esta situación de incertidumbre hace de los escenarios una herramienta clave para anticipar los futuros posibles y proponer estrategias pro-activas de planeación.

4.2.1 Futuro en la innovación de la planeación territorial

a. Desarrollo sostenible

Para la FAO desarrollo sostenible es “el manejo y la conservación de los recursos naturales de base y la orientación tecnológica institucional que asegure el mantenimiento y la continuidad de la satisfacción de las necesidades humanas para la presente y las futuras generaciones. Tal desarrollo sostenible conserva la tierra, el agua, los recursos genéticos de plantas y animales, no degrada el medio ambiente, es apropiado tecnológicamente, viable económicamente y aceptable socialmente”. Otras definiciones internacionalmente aceptadas enfatizan en la pervivencia de los sistemas ecológicos para asegurar la supervivencia de lo social aceptando una relación inseparable entre lo social y lo ecológico. Para la UNED “el desarrollo sostenible es el desarrollo que asegura que el uso de los recursos y el ambiente hoy no compromete su uso en el futuro”; la WWF, por su parte, define sostenibilidad y desarrollo sostenible como “una actividad económica que satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades.

La sostenibilidad está basada en tres componentes como fue establecido en el 2002 durante el World Summit on Sustainable Development. Los tres pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección ambiental, cuya coordinación debe ser establecida a los niveles locales regionales, nacionales y globales. La aplicación de estos acuerdos, en coordinación con los ODS y la Agenda 2030 ha constituido el reto de muchas instancias a nivel nacional, regional y local. En este capítulo traemos un recuento de las soluciones planteadas en varios contextos de implementación de los ODS como una herramienta de gestión de la BSE dentro de los sistemas socio-ecológicos. Revisamos también los aspectos generales planteados en los acuerdos internacionales de desarrollo sostenible para evaluar la relación y pertinencia de las apuestas propuestas.

b. Agenda 2030 y ODS

La urgencia de la implantación de sistemas de planificación que lleven a una verdadera sostenibilidad está dada en no sobrepasar 1. 5 grados centígrados del promedio de la temperatura global por encima de los niveles preindustriales. El efecto exponencial del cambio climático ha acortado este tiempo y el límite del 2030 se ha disminuido al 2025. Como dice la Agenda, es fundamental un proceso sistémico para lograr que los objetivos de desarrollo sostenible ODS y sus metas sean de carácter integrado e indivisible, de alcance mundial y de aplicación local que tenga en cuenta las diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo de cada territorio. Esta urgencia implica un reto al cual queremos dirigirnos en la toma de decisiones sobre los territorios y los BSE.

Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible ODS tenemos varios objetivos que compiten específicamente al manejo de la biodiversidad los servicios ecológicos en la comprensión de la complejidad de los sistemas socio-ecológicos como la base para la planificación del territorio. Es importante recalcar los adjetivos que hacen la diferencia en cómo deben implementarse en los territorios. Los ODS son los siguientes:

- Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos;
- Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible y fiable, sostenible, renovable y moderna para todos
- Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos;
- Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación;
- Objetivo 11. Lograr que las ciudades y todos a los asentamientos humanos sean inclusivos seguros resilientes y sostenibles;
- Objetivo 12 . Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles;
- Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos;
- Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible;
- Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres gestionar sosteniblemente los bosques luchar contra la desertificación detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad;
- Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible y facilitar el acceso a la Justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces y excluidas que rindan cuentas. En este sentido, cualquier proceso de toma de decisiones debe tener en cuenta que el proceso de desarrollo tiene tres puntos fundamentales: debe ser participativo, debe contemplar una visión sistémica y debe poner la vida en el centro.

c. Transdisciplinariedad

Un punto fundamental, es la construcción de conversaciones transdisciplinarias facilitadas por la academia y expertos “traductores culturales” en un intercambio de conocimientos, no sólo científicos y tecnológicos sino de saberes ancestrales y experiencias locales. Este intercambio

facilita y garantiza la adaptación, la difusión y la resiliencia territorial en tiempos de cambios climáticos sociales y económicos. Esta transdisciplinariedad se basa en la transparencia y velocidad de la transferencia de información y de recursos dentro de la localidad. Este punto es fundamental pues sólo a través de bucles de retroalimentación cortos, el sistema será capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes de cada territorio. La conciencia y la sensibilización de los tomadores de decisiones sobre los aspectos tecnológicos y de desarrollo, pueden cambiar efectivamente la capacidad de responder ante las necesidades emergentes. Por esto, la planificación debe ser participativa y debe tener un componente de formación en adaptabilidad y resiliencia dentro de las instituciones y las propias comunidades. Crear entonces capacidad de generar respuestas óptimas es una responsabilidad fundamental para generar sistemas socio-ecológicos y económicos sostenibles que respondan a los cambios actuales.

Las decisiones que promuevan leyes eficaces sobre el medio ambiente, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deben reflejar el contexto ambiental y de desarrollo local en el que se aplican, es decir, deben ser contextuales en la situación actual y los escenarios futuros dentro de las crisis climáticas y sociales. Si algunas normas podrían estar en contra de los intereses de sostenibilidad del territorio o representar un costo social y económico injustificado deben ser revisadas y relativizadas en el contexto real. El desarrollo económico sostenible debe evitar a toda costa la degradación ambiental y, por ende, integrar el desarrollo social con el crecimiento económico en una relación de triple ganancia, gana lo social, lo económico y lo ambiental. Esto garantiza la pervivencia actual y futura como se contempla en los acuerdos internacionales.

5. Mensajes clave

Los modelos para cuantificar proyecciones futuras de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia son aplicados en su gran mayoría basado en los potenciales tendencias de un solo agente de cambio. Sin embargo, es conocido que las dinámicas espaciales y temporales de los sistemas socio-ecológicos se generan por la interacción de múltiples agentes de cambio. Existen muy pocos ejemplos en los cuales múltiples agentes se analizen simultáneamente por ejemplo haciendo uso de “Modelos de Evaluación Integrativa” (IAM siglas en Inglés) (ver ejemplo de Calderón et al 2016). El uso de este tipo de herramientas

presenta un potencial enorme para entender de forma más adecuada las dinámicas de cambio de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia.

El cambio del uso del suelo junto con el cambio climático son los impulsores que más afectan la pérdida de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en América Latina, inducidos a futuro por un aumento de la población, el crecimiento del PIB, los patrones de consumo y las políticas subyacentes. Bajo un escenario "*Bussines as usual"* (BAU) a 2050 mediante el modelo GLOBIO, se espera un incremento de uso del suelo por prácticas agrícolas e incrementos en temperatura, regímenes de precipitación y eventos extremos debido al cambio climático con sus consecuencias inmediatas sobre la pérdida de la biodiversidad (IPBES, 2018).

Bajo escenarios BAU se emiten los siguientes mensajes claves:

Dados los efectos sinérgicos esperados del **cambio climático y la pérdida de hábitat**, las especies endémicas y dependientes de hábitat naturales en el territorio colombiano tenderán a reducir sus poblaciones. La pérdida de poblaciones generará una homogeneización de la diversidad de especies quedando las comunidades bióticas representadas principalmente por especies comunes de amplia distribución. Esta pérdida en biodiversidad muestra una reducción para aquellos escenarios en que la vegetación secundaria se incrementa, por lo que un manejo adecuado de los portafolios de restauración es esencial. La homogenización en la diversidad biótica implica la pérdida de la megadiversidad que caracteriza a Colombia y será más fuerte en los ecosistemas Andinos y del Caribe.

Los escenarios de cambio climático para Colombia indican un **aumento** dramático de los rangos **potenciales de distribución de especies vectores de enfermedades** con efectos negativos significativos en la salud humana.

Los resultados a nivel global indican que sobre los **ecosistemas marinos** actúan múltiples impulsores, los cuales causarán una variabilidad en el océano cercana al 86% para el 2050 bajo un escenario de "Business as usual"; pese a ello, el estrés de estos ecosistemas por el clima puede atenuarse mediante medidas de mitigación, reduciendo su variabilidad al 34% (Henson et al., 2016). Para Colombia, los modelos y escenarios de cambio de los ecosistemas marinos y costeros es incipiente y se enfocan en efectos del cambio climático sobre incremento de temperatura, nivel del mar y concentración de C02 y la producción pesquera. Los efectos de

estos cambios se percibirán en los arrecifes coralinos, manglares y pastos marinos a través del blanqueamiento de corales, mortalidad de especies y pérdida de hábitat.

Los suelos de Colombia dependerán de suministro de agua adicional al ya naturalmente disponible, para su explotación agropecuaria. Los principales servicios que el suelo le presta a la humanidad son el almacenamiento de agua y carbono orgánico. En general, se considera que existe una correlación positiva entre los contenidos de carbono orgánico y el almacenamiento de agua en el suelo. En Colombia, la mayoría de los suelos están localizados en zonas de clima cálido (84% del territorio), con contenidos de materia orgánica bajos en sus primeros 30 cm de profundidad (72%) (IGAC, 2015). Los suelos Colombianos poseen capacidades de retención de agua consideradas como entre bajas y medias disponible para su consumo por parte de las plantas (89%) (IGAC, 2015). Las bajas capacidades de retención de agua en los suelos, la elevación de temperatura pronosticada para Colombia bajo los escenarios de cambio climático y la ampliación de la frontera agropecuaria debida a la deforestación prevista, potenciarán la pérdida de agua por evaporación. En consecuencia, debido al aumento en la demanda hídrica por parte de la expansión agropecuaria, la explotación comercial de los suelos en Colombia necesariamente dependerá del suministro de agua adicional a aquella naturalmente disponible. Para ello se recomienda el diseño de una estrategia de conservación de ecosistemas clave en el suministro de agua y nutrientes, la determinación de los umbrales del cambio de uso en el suelo, capaces de asegurar la funcionalidad ecosistémica de las nuevas regiones agropecuarias y la construcción de obras de infraestructura que se requieran para abastecer la futura demanda de agua.

Para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), Colombia debe promover el secuestro de carbono. La mayoría del carbono almacenado en suelos de Colombia se encuentra en la región fisiográfica de la Amazonia. Dado que esta zona es la más susceptible a la deforestación, se sugiere que la explotación de sus suelos se haga por medio de prácticas agroforestales, que no eliminen completamente la cobertura boscosa de su superficie y puedan preservar los niveles naturales de carbono orgánico en el suelo, de tal forma que se promueva el desarrollo de los objetivos de desarrollo sostenible previstos para la región.

Creación de planes de restauración de suelos. Para la creación de nuevas zonas productivas y el mantenimiento de las ya existentes, se sugiere la creación de programas de restauración de suelos. Estos planes deben ser apoyados por planes de educación ambiental, que promuevan el manejo adecuado y la conservación de suelos.

El manejo sostenible del agua será un reto mayor a todas las escalas de toma de decisiones, ya que **la cantidad de agua que demandará el país hacia el 2022** será superior y estará concentrada en la demanda de los sectores productivos, en especial el agrícola. (Nivel de confianza medio) Estudios a nivel nacional demuestran que la demanda proyectada de agua hacia el 2022 será un 42% superior comparada con el 2012, dentro de los sectores el uso doméstico no será el sector de mayor demanda, incluso puede reducir su consumo un 11% si se implementan los programas de uso eficiente del agua, sin embargo el sector que mayor demanda tendrá será el agrícola seguido por el sector energético.

Una mayor evaluación sobre los efectos del Cambio Climático en la precipitación y el recurso hídrico del país deberían ser prioritarios, en el momento la información es dispersa pero muestra que **hacia el 2050 habrá un incremento en la precipitaciones de regiones Andinas y una reducción al norte del país**.(Nivel de confianza medio). Los datos sobre los efectos del cambio climático en la precipitación y el recurso hídrico para Colombia, son escasos, y muchos datos son dispersos o no tienen buena calidad. En general la información existente muestra que las precipitaciones en Colombia tendrán reducción en algunas áreas del país mientras en otras zonas se verá incrementada, los autores coinciden en que en las regiones donde habrá incrementos de la precipitación hacia el 2050 será el centro y norte del Pacífico, el Magdalena Medio, la Sabana de Bogotá, Sogamoso, los valles de Catatumbo y Arauca. Por el contrario el piedemonte Llanero y Amazónico, el centro de la Orinoquia, la región central Amazónica tendrán un reducción de la precipitación de entre un 10 al 15% al 2050.

Prioridades de investigación**.**

Creación de índices de degradación de tierras de uso común por parte de los ciudadanos. Se recomienda el uso de parcelas demostrativas a lo largo del país, que promuevan prácticas de manejo y conservación de suelos y asocien la producción agropecuaria con el combate de la pobreza y la mejora de la calidad de vida rural y urbana, sobre todo en regiones que sean susceptibles a procesos de sequía e inundaciones. Se recomienda también la creación planes de educación sobre cómo medir la degradación del suelo en sus propias parcelas y la creación de redes de monitoreo ciudadana de carácter presencial y virtual.

Aunque un criterio clave para la toma de decisiones y planificación del territorio está basado en el balance (trade-offs) de múltiples usos y beneficios de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, **los estudios en Colombia que consideran simultáneamente múltiples**

indicadores y sus trade-offs en escenarios futuros son muy limitados. Por el contrario, la mayoría de los estudios hacen uso de un indicador.

Modelos de desarrollo económico y estrategias de conservación:

Los paradigmas socioculturales en Colombia están en tránsito permanente,dicha dinámica no ha se incorpora de forma explícita y clara en la generación de escenarios y modelos, fundamentales para establecer las tendencias futuras de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que sustenta, a pesar de ser fundamentales, para determinar futuros posibles de la BSE.

El principal elemento de competitividad nacional, **está relacionado con la biodiversidad**. El escenario actual y aquellos futuros que son dominados por el extractivismo, limitan no solo el factor de competitividad, sino dejan las posibilidades de desarrollo y bienestar del país y sus conciudadanos en manos de mercados con baja gobernanza.

La forma de gestión de la conservación en el país y el imaginario colectivo sobre conservar la biodiversidad, están **principalmente** relacionados con la **declaratoria y administración de áreas protegidas**. Pese a que estas han aumentado de forma exponencial en los últimos años, permitiendo el cumplimiento de metas internacionales, **la biodiversidad continúa deteriorándose**, dejando a poblaciones humanas con serias restricciones en el acceso y disponibilidad de los servicios ecosistémicos de los que depende ya no solo su desarrollo, sino inclusive su persistencia. En este sentido es necesario repensar el mecanismo, sus metas e incluso sus objetivos. Los escenarios "Buisness as usual" (BAU) nos demuestran que no es posible cambiar las tendencias con más de lo mismo. Se requiere repensar el rol de las áreas protegidas y su complementariedad con otros mecanismos complementarios e incorporar esos cambios de paradigma en escenarios futuros para la conservación de la Biodiversidad.

El desarrollo de escenarios participativos en Colombia se ha generado con el objetivo de compartir experiencias y saberes entre diferentes actores, para explorar los mecanismos institucionales que subyacen la toma de decisiones y como ejercicios que buscan incrementar la resiliencia de los sistemas de gobernanza a posibles cambios futuros de la interacción socio-ecológica de las comunidades rurales. **Mediante su aplicación se ha conseguido por parte de los participantes un mejor entendimiento de las problemáticas socio-ambientales del territorio**, fomentar el proceso de co-aprendizaje entre los conocimientos locales y técnico-científicos y apoyar los procesos de planeación del territorio. A pesar de las ventajas y

aplicaciones positivas hacia el manejo sostenible de los recursos, **este tipo de enfoques y métodos participativos** en Colombia **es aún muy limitada.**

Los modelos para cuantificar proyecciones futuras de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia son aplicados en su gran mayoría basado en los potenciales tendencias de un solo agente de cambio. Sin embargo, es conocido que las dinámicas geográficas y temporales de los sistemas socio-ecológicos se generan por la interacción de múltiples agentes de cambio. Existen muy pocos ejemplos en los cuales múltiples agentes se analizen simultáneamente por ejemplo haciendo uso de "Modelos de Evaluación Integrativa" (IAM siglas en Inglés) (ver ejemplo de Calderón et al 2016). El uso de este tipo de herramientas presenta un potencial enorme para entender de forma más adecuada las dinámicas de cambio de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia.

6. Anexos

Anexo 1. Plantillas diseñadas para la revisión y compilación de la información secundaria.

PLANTILLA 1. Plantilla para la revisión de la literatura relacionada con la implementación de escenarios, modelos e indicadores de tendencias futuras para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

ID	[numérico] (001 - 999) Identificador del documento (guardar documento en la carpeta *documentosReview*)
Vacío de Información	[texto] Nota en la introducción haciendo referencia al vacío de conocimiento que la investigación quiere llenar
Objetivos	[texto] Objetivo(s) de la investigación
Área de estudio	[texto] Bioma o ecosistemas o coberturas o cuenca, etc.
Unidades 1	[texto] Cuáles coberturas, ecosistemas, otros arreglos de paisaje (i.e: agroecosistemas) etc, consideró el estudio?

Unidades 2	[selección con X] El área de estudio a cuál(es) Unidad de Análisis pertenece? (lista de unidades seleccionados para la evaluación nacional) (en columnas diferentes) (BA= Bosques Andinos, M= Manglares, BI= Bosques Inundables, CA= Cuerpos de Agua, P= Páramos, ST= Selva Tropical, BSM = Bosque Seco Matorrales y Desiertos, SAR= Sabanas y Afloramientos Rocosos, ZU= Zonas Urbanas)
Extensión	[numérico] Superficie total de análisis en km^2
Resolución	[numérico] Sólo si el análisis ha sido hecho con imágenes o datos raster (pixel-based). Medida en metros (ej. 100 x 100)
Espacial	[Drop-down] (si / no) Si el estudio consideró múltiples escalas espaciales (en el uso de información)
Int. Tiempo	[numérico] (ej, 2030, 2050) Intervalos de tiempo estudiados
Creación	[Drop-down] (Si, No) El estudio desarrollo nuevos escenarios? Si la respuesta es si, entonces llenar la PLANILLA 2 con los detalles de los escenarios
N. Escenarios	[numérico] Número de escenarios utilizados en el estudio
Mult Impulsores	[Drop-down] (Si, No) Cada escenario contempla dos o más impulsores de cambio?
Tipos escenarios	[Drop-down] Exploratorios, target-based, ex-ante, post-ante
Inclusión ILK	[Drop-down] (si / no) Fue incluido el conocimientos local y/o indígena para la construcción de escenarios?
Motivación ILK	[Drop-down] En cuál de los grupos (clusters) de escenarios participativos pueden ser clasificados los escenarios desarrollados en el estudio? (ver Figura 6 en Otero-Rozas et al 2015): **Cluster 1** (aprendizaje social), **Cluster 2** (explorar mecanismos sociales e institucionales - gobernanza), **Cluster 3** (alerta de impulsores de cambio) y **Cluster 4** (compartir experiencias - incrementar resiliencia ante cambios futuros del sistema)
Política - Decisiones	[Drop-down] En relación a políticas y toma de decisiones los escenarios fueron usados para o son útiles para: Política pública, escenarios regionales y/o locales de planificación, acuerdos sectoriales,otro)

Decisores	[texto] Para qué tomador de decisiones puede ser relevante esta información?
Trade-offs	[Drop-down] (si / no) Se realizó análisis de trade-offs si varios indicadores fueron cuantificados?
Descripción TO	[texto] Descripción de los trade-offs encontrados
Incertidumbres	[Drop-down] (si / no) Evaluación de incertidumbres?
Método Inc	[Drop-down] Análisis sensibilidad, Propagación de error, Monte Carlo, Expertos, Comparación Modelos, otros.
Vínculos	[Drop-down] Vínculo con otros capítulos: Capítulo 2, Capítulo 3, Capítulo 4, Capítulo 5, Capítulo 7
Notas	[texto] Comentarios adicionales

PLANTILLA 2. Plantilla para la revisión detallada de escenarios para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

ID	[numérico] (001 - 999) Identificador del documento
Código Esc	[numérico] Código del escenario = ID del documento + número del escenario
Nombre	[texto] Nombre del escenario si está disponible
Arquetipo	[Drop-down] El escenario analizado a qué arquetipo corresponde? **SSP1: Sustainability—Taking the green road** The world shifts gradually, but pervasively, toward a more sustainable path, emphasizing more inclusive development that respects perceived environmental boundaries. **SSP2: Middle of the road** The world follows a path in which social, economic, and technological trends do not shift markedly from historical patterns. **SSP3: Regional rivalry—A rocky road** A resurgent nationalism, concerns about competitiveness and security, and regional conflicts push countries to increasingly focus on domestic or, at most, regional issues. **SSP4: Inequality—A road divided** Highly unequal investments in human capital, combined with increasing disparities in economic opportunity and political power, lead to increasing inequalities and stratification both across and within

	countries. **SSP5: Fossil-fueled development—Taking the highway** Driven by the economic success of industrialized and emerging economies, this world places increasing faith in competitive markets, innovation and participatory societies to produce rapid technological progress and development of human capital as the path to sustainable development. (*O'Neill BC et al. 2014. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. Global Environmental Change. http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004.*)
Impulsores Indirectos	
Demografía	[texto] Descripción de la tendencia
Valores dem.	[numérico] Valores demográficos
Economía	[texto] Descripción de la tendencia
Valores econ.	[numérico] Valores económicos
Socio-cultural	[texto] Descripción de la tendencia
Tecnologías	[texto] Descripción de la tendencia
Gobernanza/Instituciones	[texto] Descripción de la tendencia
Otros	[texto]
Impulsores directos	
Clima	[texto] Descripción de la tendencia
Modelos Clima	[texto] Nombre del modelo de Clima
Uso de la tierra	[texto] Descripción de la tendencia
Modelos Uso	[texto] Nombre del modelo de Uso de la Tierra
Explotación recnat	[texto] Descripción de la tendencia Explotación de recursos naturales
Polución	[texto] Descripción de la tendencia
Invasoras	[texto] Descripción de la tendencia especies invasoras
Otros	[texto]

PLANTILLA 3. Plantilla para la revisión detallada de los indicadores cuantificados en los escenarios

ID	[numérico] (001 - 999) Identificador del documento
Código Ind	[numérico] Código del indicador = ID del documento + número del escenario + número del indicador
Nombre	[texto] Nombre del indicador
Medición	[texto] Qué análisis o estadístico se usó para medir cambios en el indicador
Unidades	[texto] En qué unidades se midió el cambio del indicador?
Tipo	[Drop-down] Tipo de indicador : Naturaleza, NCP, bienestar humano
Valoración Ind	[Drop-down] Que tipo de Valoración se usó para medir el indicador? Biofísica, económica, socio-cultural, plural
Tipping-points	[Drop-down] (si / no) Tipping points identificados?
Umbrales	[numérico] El valor del umbral para el tipping point
Modelo	[texto] nombre del modelo o estadístico usado para calcular el indicador
Tipo Mod	[Drop-down] Tipo de Modelos: Correlativo, Mecanístico, Procesos, Mixto, Participativo, Otros
Aichi	[Drop-down] El indicador a qué Aichi Target corresponde?
ODS	[Drop-down] El indicador a qué ODS corresponde?
Tendencia	[Drop-down] Mantiene, Aumenta, disminuye
Cambio cuantitativo	[numérico] Máximo, media, mínimo (en columnas diferentes)
Notas	[texto] Comentarios adicionales

7. Bibliografía

Abdul Azis, P., Mancera-Pineda, E & Gavio, B. 2018. Rapid assessment of coastal water quality for recreational purposes: Methodological proposal. Ocean & Coastal Management 151: 118e126. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.10.014

Alcamo, Joseph. 2008. "Chapter Six The SAS Approach: Combining Qualitative and Quantitative Knowledge in Environmental Scenarios." In Developments in Integrated Environmental Assessment, 2:123–50. Elsevier. https://doi.org/10.1016/S1574-

101X(08)00406-7.

Andrade G. I., M. E. Chaves, G. Corzo y C. Tapia (eds.). 2018. Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Primera aproximación. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 220 pp.

Arias VA et al (2018) Contaminated land in Colombia: A critical review of current status and future approach for the management of contaminated sites – Review. Science of the Total Environment 618, 199–209.

Asselen Sv, Verburg PH, Vermaat JE, Janse JH. 2013. Drivers of Wetland Conversion: a Global Meta-Analysis. PLoS ONE 8(11): e81292. doi:10.1371/journal.pone.0081292

Armenteras D., Murcia, U., Gonzalez, T.M., Baron, O.J. and Arias, J. E. 2019. Scenarios of land use and land cover change for NW Amazonia: Impact on forest intactness. Global Ecology and Conservation 17 e00567. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00567

Enrique Avendaño, J., Isabel Bohórquez, C., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F. A., Cuervo, A. M., ... & Miguel Renjifo, L. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986). Ornitología Colombiana, (16).

Betancur, J., H. Sarmiento-L., Toro-González, L. & J. Valencia. (2015). Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 336 pp

Bond-Lamberty, B, Thomson, A. (2010). Temperature-associated increases in the global soil respiration record. Nature, 464, 579-582.

Boron, V., Payán, E., MacMillan, D., & Tzanopoulos, J. (2016). Achieving sustainable development in rural areas in Colombia: Future scenarios for biodiversity conservation under land use change. Land Use Policy, 59, 27–37. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.017

Calderón, S, Alvarez A.C, Loboguerrero A.M, Arango S, Calvin K, Kober T, Daenzer K and Fisher-Vanden K. 2016. Achieving CO2 reductions in Colombia: Effects of carbon taxes and abatement targets. Energy Economics (56): 575–586. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.05.010

Cañón Barriga, J. E., & Dominguez, F. (2015). Impacts of climate change on tropical wetlands: tracking the evolution of two andean lakes and a floodplain cienaga in Colombia. Project Overview. Retrieved from http://peerlagoscolombia.udea.edu.co/

Castanheira, E.G., Acevedo, H. and Freire, F. 2014. Greenhouse gas intensity of palm oil produced in Colombia addressing alternative land use change and fertilization scenarios. Applied Energy 114: 958–967. http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.010

Castiblanco, C., Etter, A. and Aide, M. 2013.Oil palm plantations in Colombia: a model of future expansion. Environmental science & policy 27: 172 – 183. http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.01.003

Chaudhary, A., Pourfaraj, V., & Mooers, A. O. (2018). Projecting global land use-driven evolutionary history loss. Diversity and Distributions, 24(2), 158-167.

Cork, S, G Peterson, G Petschel-held, and J Alcamo. 2000. “Chapter 8: Four Scenarios.” In The Millenium Ecosystem Assessment, 223–94.

Cuervo-Sánchez, R., Maldonado J.H., Rueda, M. 2018. Spillover from marine protected areas on the pacific coast in Colombia: A bioeconomic modelling approach for shrimp fisheries. Marine Policy 85: 182-188. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.036

De Pinto A et al (2016) Low emission development strategies in agriculture. An agriculture, forestry, and other land uses (AFOLU) perspective. World Development 87, 180–203.

Díaz, S., S. Demissew, J. Carabias, C. Joly, M. Lonsdale, N. Ash, A. Larigauderie, … & D. Zlatanova. 2015. The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. Current Opinion in Environmental Sustainability 14:1–16.

Echeverría-Londoño, S., Newbold, T., Hudson, L. N., Contu, S., Hill, S. L., Lysenko, I., ... & Dominguez-Haydar, Y. (2016). Modelling and projecting the response of local assemblage composition to land use change across Colombia. Diversity and Distributions, 22(11), 1099-1111.

Etter A et al (2006) Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. Journal of Environmental Management 79, 74–87

Etter A et al (2006) Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. Agriculture, Ecosystems and Environment 114, 369–386.

García-Ocampo A (2012) Fertility and soil productivity of Colombian soils under different soil management practices and several crops. Archives of Agronomy and Soil Science 58, S55-S65.

Grimaldi et al (2014) Ecosystem services of regulation and support in Amazonian pioneer fronts: searching for landscape drivers. Landscape Ecol 29, 311–328.

Harries, Clare. 2003. “Correspondence to What? Coherence to What? What Is Good Scenario-Based Decision Making?” Technological Forecasting and Socia*l Change* 70 (8): 797–817. https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00023-4.

Hsu, R., Wolf, J. & Tamis, W. L. (2014). Regional and elevational patterns in vascular epiphyte richness on an east Asian island. Biotropica, 46(5), 549–555.

Hurtado, A., mesa, O. (2014). Climate change and space-time variability of precipitation in Colombia. Revista EIA. Año xii. Volume 12. Issue n.24 pp. 129-147.
IDEAM, Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C., 2015. 496 páginas. ISBN: 978-958-8067-70-4

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. 2017. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia.

ISBN: 978-958-8971-735

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2015. Suelos y Tierras de Colombia. Subdirección de Agrología, IGAC, ISBN 978-958-8323-83-1

IPBES. Ferrier, S., K. N. Ninan, P. Leadley, R. Alkemade, L. A. Acosta, H. R. Akçakaya, L. Brotons, W. Cheung, V. Christensen, K. A. Harhash, J. Kabubo-Mariara, C. Lundquist, M. Obersteiner, H. Pereira, G. Peterson, R. Pichs-Madruga, N. H. Ravindranath, C. Rondini, and B. (eds.). 2016. Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Page Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

Kriegler, E., O'Neill, B. C., Hallegatte, S., Kram, T., Lempert, R. J., Moss, R. H., & Wilbanks, T. (2012). The need for and use of socio-economic scenarios for climate change analysis: a new approach based on shared socio-economic pathways. Global Environmental Change, 22(4), 807-822.

Laurance, W. F., Useche, C., Shoo, L. P., Herzog, S. K., Kessler, M., Escobar, … & Thomas, C. D. (2011). Global warming, elevational ranges and the vulnerability of tropical biota. Biological Conservation, 144, 548–557. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.10.010

Lizcano-Sandoval LD, Marulanda-Gómez Á, López-Victoria M and Rodriguez-Ramirez A (2019) Climate Change and Atlantic Multidecadal Oscillation as Drivers of Recent Declines in Coral Growth Rates in the Southwestern Caribbean. Front. Mar. Sci. 6:38. doi: 10.3389/fmars.2019.00038

Martius et al (2001) The management of organic matter in tropical soils: what are the priorities? Nutrient Cycling in Agroecosystems 61, 1–6

MEA. 2005. ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: Current State and Trends, Volume 1. Page The Millennium Ecosystem Assessment series ; . Ecosystems and human well-being.

Ocampo-Peñuela, N., García-Ulloa, J., Ghazoul, J. and Etter, A. 2018. Quantifying impacts of oil palm expansion on Colombia's threatened. Biodiversity. Biological Conservation 224: 117–121

O'NEILL, Brian C., et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. Climatic Change, 2014, vol. 122, no 3, p. 387-400.

OSPINA-NOREÑA, J. DOMÍNGUEZ-RAMÍREZ, C. VEGA-RODRÍGUEZ, E. DARGHAN-CONTRERAS, A. RODRÍGUEZ-MOLANO, L. (2017). Analysis of the water balance under regional scenarios of climate change for arid zones of Colombia. Atmósfera (30)1, 63-76.

Peterson, Garry D., Graeme S. Cumming, and Stephen R. Carpenter. 2003. "Scenario Planning: A Tool for Conservation in an Uncertain World." Conservation Biology 17 (2): 358–66. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01491.x.

Reina-Rodríguez, G. A., Rubiano, J. E., Castro-Llanos F. A & Otero, J. T. (2016). Spatial distribution of dry forest orchids in the Cauca river valley and Dagua Canyon: Towards a conservation stategy to climate change. Journal for nature conservation, 30, 32–43.

Ramirez-Villegas et al (2012) A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: perspectives towards 2050. Climate change 115, 611–628

Ramirez-Villegas, J., Cuesta, F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. A. (2014). Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. Journal for Nature Conservation, 22(5), 391-404.

Ricaurte, L.F. Olaya-Rodríguez, MH. Cepeda-Valencia, J. Lara, D. Arroyave-Suárez, J. Finlayson, CF and Palomo, I. 2017. Future impacts of drivers of change on wetland ecosystem services in Colombia. Global environmental change (44): 158-169. http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.001

Rocha J, Yletyinen J, Biggs R, Blenckner T, Peterson G. 2015 Marine regime shifts: drivers and impacts on ecosystems services. Phil. Trans. R. Soc. B 370: 20130273.

http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0273

Rodríguez Eraso, N., Armenteras-Pascual, D., Alumbreros, J.R., 2013. Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. J. Land Use Sci. 8, 154e174. https://doi.org/10.1080/1747423X.2011.650228.

Rojas P.J. y Pabón, J.D. 2015. Sobre el calentamiento y la acidificación del océano mundial y su posible expresión en el medio marino costero colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 39(151):201-217. doi: http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.135

Rueda et al (2011) Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas: Perspectivas para Colombia. Acta Agronómica 60,203-218

Ruiz-Murcia, J.F. e IDEAM (2010). Cambio climático en temperatura, precipitación y humedad relativa para Colombia usando modelos meteorológicos de alta resolución. Panorama 2011 – 2100. Bogotá D.C.: IDEAM. 89 p.

Salazar, Alejandro, Adriana Sanchez, Juan Camilo Villegas, Juan F Salazar, Daniel Ruiz Carrascal, Stephen Sitch, Juan Darío Restrepo, et al. 2018. “The Ecology of Peace: Preparing Colombia for New Political and Planetary Climates.” Frontiers in Ecology and the Environment 16 (9): 525–31. https://doi.org/10.1002/fee.1950.

Sánchez JA, Gómez-Corrales M, Gutierrez-Cala L, Vergara DC, Roa P, González-Zapata FL, Gnecco M, Puerto N, Neira L and Sarmiento A (2019) Steady Decline of Corals and Other Benthic Organisms in the SeaFlower Biosphere Reserve (Southwestern Caribbean). Front. Mar. Sci. 6:73. doi: 10.3389/fmars.2019.00073

Stephanie A. Henson, S.A, Beaulieu C, Ilyina T, John J.G , Long M, Séférian R, Tjiputra, J and Sarmiento J.L. 2017. Rapid emergence of climate change in environmental drivers of marine ecosystems. Nature Communications volume 8, Article number: 14682

Stevens, G. C. (1992). The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport’s latitudinal rule to altitude. American Naturalist, 140, 893–911.

Suarez A, Árias-Arévalo PA, Martínez-Mera E (2018) Environmental sustainability in post-conflict countries: insights for rural Colombia. Environ Dev Sustain 20, 997–1015

Tonneijck et al (2010) Towards understanding of carbon stocks and stabilization in volcanic ash soils in natural Andean ecosystems of northern Ecuador. European Journal of Soil Science 61, 392–405.

Van Vuuren, D. P., K. Riahi, R. Moss, J. Edmonds, A. Thomson, N. Nakicenovic, T. Kram, F. Berkhout, R. Swart, A. Janetos, S. K. Rose, N. Arnell (2012). A proposal for a new scenario framework to support research and assessment in different climate research communities. Global Environmental Change, 22(1), pp. 21-35, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.08.002

Velásquez-Tibatá, J., Salaman, P., & Graham, C. H. (2013). Effects of climate change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia. Regional Environmental Change, 13(2), 235-248.

Waldhardt, Rainer, Martin Bach, René Borresch, Lutz Breuer, Tim Diekötter, Hans-Georg Frede, Stefan Gäth, et al. 2010. "Evaluating Today's Landscape Multifunctionality and Providing an Alternative Future: A Normative Scenario Approach." Ecology and Society 15 (3). https://doi.org/10.5751/ES-03590-150330.

Capítulo 7. Políticas, Instituciones, Sistemas de Gobernanza y otros motores indirectos.

Coordinadores: Iván Gil y Constanza Ríos.
Autores: Felipe Guerra, María Alejandra González, Claudia Martínez, Ricardo Peñuela, Giampiero Renzoni, Clara Solano, Hildebrando Vélez.

Resumen ejecutivo
El capítulo identifica los motores indirectos y presenta la forma en que afectan la biodiversidad y las contribuciones de la naturaleza para la gente en Colombia. El capítulo toma como base el marco conceptual propuesto por el Ipbes, y recoge de forma más amplia posible las concepciones de las interacciones entre las personas y la naturaleza que manejan otros sistemas de conocimientos (IPBES, 2018). A partir de allí, y de la aplicación de una noción de sistemas de gobernanza de la biodiversidad, se contextualiza para los ámbitos rural, urbano, suburbano, regional y nacional, los avances en materia de políticas, instituciones y gobernanza relacionados con la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en Colombia.

A través de investigaciones y estudios de caso representativos de diferentes socio-ecosistemas y territorios, se busca establecer el avance del país en el proceso de incorporación del

conocimiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en la políticas de desarrollo y en las políticas sectoriales, así como en la planificación urbana y rural, y en el ordenamiento ambiental del territorio. Igualmente se describen las complejidades, retos y oportunidades que enfrenta el país para diseñar e implementar propuestas de gobernanza que faciliten las transiciones políticas y sociales que puedan garantizar la conservación de nuestra biodiversidad y la sustentabilidad de la oferta de servicios ecosistemicos.

2. Introducción

Este capítulo tiene como objetivo, analizar de qué manera las políticas, instituciones, sistemas de gobernanza y otros motores indirectos, han venido interactuando y mediando las relaciones entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, por un lado, y la sociedad colombiana, por el otro. Una interacción equilibrada es determinante para garantizar la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémico, y requiere de una adecuada articulación e implementación de las políticas, instituciones y los sistemas de gobernanza. A través de un enfoque socio-ecológico, y desde el marco conceptual del Ipbes, este capítulo busca identificar los principales retos en términos de gobernanza y proponer alternativas que promuevan un futuro sustentable para el país.

3. Mensajes clave del capítulo

En construcción.

4. Marco conceptual del IPBES, relación del capítulo con otros y preguntas orientadoras.

4.1 Marco conceptual del Ipbes

En el capítulo 1 se presentaron las generalidades del marco conceptual propuesto por Ipbes (MCI), ajustado para la evaluación Ipbes - Colombia, y distinguiendo su aplicación y desarrollo en cada uno de los capítulos, alrededor del estudio de seis componentes y conceptos básicos y su interrelación: (i) naturaleza, (ii) beneficios de la naturaleza para la gente, (iii) buena calidad de vida, (iv) “activos antropogénicos”, (v) drivers directos de cambios, e (vi) instituciones y sistemas de gobernanza y otros drivers indirectos. (Diaz, 2015).

En éste, el capítulo 7, se estudia las decisiones/acciones humanas por parte de las instituciones, sistemas de gobernanza y otros motores indirectos que vía los motores directos[24] antropogénicos[25] (excluyendo los motores directos naturales[26]) influyen la naturaleza, sus contribuciones, y la buena calidad de vida. (Diaz, 2015)

Los motores indirectos[27] son aquellos que se considera que no afectan en la mayoría de los casos a la naturaleza directamente si no a través de motores directos antropogénicos. (Diaz, 2015) “Tanto los motores directos como los indirectos frecuentemente operan sinérgicamente. Los cambios en la cobertura del suelo pueden incrementar la probabilidad la introducción de especies invasivas, como de manera similar, los avances tecnológicos pueden incrementar la tasa de crecimiento económico”. (Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, 2003)

En el MCI se hace referencia a las políticas, instituciones, los sistemas de gobernanza y otros motores indirectos (MI) como las maneras en que la gente y la sociedad se organizan, y cómo éstas organizan sus relaciones con la naturaleza a diferentes escalas. Los MI son las causas subyacentes de cambio que se generan por fuera del ecosistema en cuestión (naturaleza), y son cruciales, de acuerdo con el MCI, por su influencia (efectos positivos o negativos) en la relación entre la gente y la naturaleza. (Diaz, 2015)

Para el MCI, las instituciones abarcan el conjunto de todas las interacciones formales e informales de actores y estructuras sociales que determinan cómo las decisiones se toman y se implementan, cómo el poder es ejercido, y cómo las responsabilidades son distribuidas. En el MCI, una colección variada de instituciones conforman los sistemas de gobernanza que incluyen la interacción entre “centros de poder” en una sociedad (poder corporativo, legal, gubernamental y judicial), a diferentes escalas, desde lo local a lo global. (Diaz, 2015)

[24] “El motor directo (en inglés “direct driver”) es cualquier factor que cambia el aspecto de un ecosistema, que influye de forma inequívoca en los procesos de los ecosistemas y que, por lo tanto, puede ser identificado y medido con distintos niveles de precisión.” (Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, 2003).

[25] Algunos ejemplos sobre motores antropogénicos son la deforestación, degradación, y restauración de ecosistemas terrestres y acuáticos, cosecha de poblaciones silvestres, cambio climático producido por las emisiones de carbono antropogénicas, contaminación de los suelos, el agua y el aire y la introducción de especies.

[26] Que no resultan de actividades humanas y cuya ocurrencia está más allá del control humano.

[27] El impulsor indirecto actúa de manera difusa alterando uno o más de los motores directos, y su influencia es establecida entendiendo su efecto sobre un impulsor directo”. (Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, 2003)

Las instituciones y los sistemas de gobernanza determinan los distintos grados de acceso a y de control sobre la asignación y distribución de componentes de la naturaleza, los activos antropogénicos y los beneficios para las personas. Los sistemas de gobernanza tienen distintos grados de legitimidad y voz, desempeño, rendición de cuentas, equidad y derechos, y escala de operación. (Diaz, 2015)

Adicionalmente, de acuerdo con el MCI, nos interesa analizar en este capítulo, entre otros, las relaciones entre: (i) la influencia de la buena calidad de vida sobre las instituciones, sistemas de gobernanza y otros motores indirectos, (ii) la influencia de las instituciones, sistemas de gobernanza y otros motores indirectos sobre todos los componentes que están en la raíz, la causa, de todos los motores directos antropogénicos que afectan la naturaleza, y (iii) las instituciones, sistemas de gobernanza y otros motores indirectos, y su efecto sobre las interacciones y el equilibrio entre los componentes de naturaleza y los activos antropogénicos.

Las políticas, instituciones, y sistemas de gobernanza, así como otros motores indirectos juegan un papel clave para el fortalecimiento y articulación entre los ámbitos de conocimiento y la adecuada gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Estos temas tienen un carácter transversal dentro de la evaluación IPBES y son considerados un factor decisivo para un adecuado análisis y propuesta de integración de los mensajes claves provenientes de los otros capítulos de la evaluación.

De acuerdo con lo anterior, los mecanismos normativos y de política (así como otras acciones humanas) que regulan estas interacciones, son motores indirectos que determinan no solo el estado actual de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Capítulo 2), sino también de los beneficios de la naturaleza para la gente (servicios ecosistémicos) para el disfrute de las generaciones actuales y futuras (Capitulo 3). Si bien la interacción efectiva entre políticas, instituciones y actores locales, es un motor indirecto que regula la intensidad de las presiones actuales (referido a los activos construidos por el hombre como la infraestructura, el conocimiento (científico y técnico, local indígena, y asociado a la educación formal y no formal), la tecnología (tanto objetos físicos como procedimientos), los activos financieros, entre otros, sobre la biodiversidad y los ecosistemas que sostienen la estructura ecológica del país (Capítulo 4), también pueden afectar el diálogo entre las diferentes disciplinas y sistemas de conocimiento y actores a diferentes escalas de la gobernanza que puede limitr o facilitar el

logro de impactos positivos en la conservación a largo plazo de la diversidad biocultural (Capítulo 5).

Partiendo del diagnóstico de los capítulos anteriores, e integrando los escenarios y tendencias futuras generadas en el capítulo 6, este capítulo planteará propuestas en relación con los escenarios de gobernanza que pueden favorecer las transiciones hacia la sustentabilidad.

Este capítulo se desarrollará tomando en cuenta las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿De qué manera los sistemas de gobernanza han influenciado el estado actual de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos?
- ¿De qué manera los sistemas de gobernanza modulan y regulan los usos y beneficios de la naturaleza para las personas y su contribución al bienestar humano?
- ¿De qué manera los sistemas de gobernanza han sido la causa subyacente o han sido poco efectivos en regular los motores directos de pérdida de biodiversidad?
- ¿Cuáles son las necesidades y vacíos identificados en los otros capítulos y los retos para el diseño e implementación de posibles soluciones?
- ¿Cuáles podrían ser los escenarios de gobernanza que favorezcan las transiciones hacia la sustentabilidad?

Finalmente, para el análisis de estas relaciones es necesario contar con un marco de referencia más detallado (marco conceptual), procurando siempre que esté anclado en el marco de conceptual del Ipbes, y con base en lo desarrollado en los capítulos precedentes de la Evaluación Ipbes y las preguntas orientadores desarrolladas para este capítulo .

4.2 Gobernanza de la biodiversidad

La gobernanza ambiental es en muchas maneras similar al concepto de desarrollo sostenible en el sentido en el que provee un grado de integración transversal de varios intereses, perspectivas y aproximaciones, pero aun así significa diferentes cosas para la gente. (Jouni Paavola, 2009) Estos conceptos, por sus dimensiones normativas y su inherente ambigüedad, que permite su aplicación en maneras muy variadas, también facilita la apertura de nuevos espacios de pensamiento, discusión y acción sobre los asuntos ambientales.

Algunas aproximaciones institucionales a la gobernanza ambiental, desde la perspectiva convencional de las ciencias políticas, se enfocan hacia la idea de la gobernanza del Estado. Otra complementaria, se basa en una aproximación interdisciplinaria de la gobernanza ambiental que deriva de la teoría de sistemas, que busca entender la gobernanza ambiental como una interface institucional de socio-ecosistemas acoplados. (Jouni Paavola, 2009) Una contribución importante de esta aproximación basada en sistemas, es el reconocimiento de la relevancia de las múltiples escalas espaciales y temporales de la gobernanza ambiental. (Jouni Paavola, 2009)

Esta noción de gobernanza se puede utilizar también como aproximación a la gobernanza de la biodiversidad. Las escalas espaciales e incluso políticas, desde lo local hasta lo nacional, son obviamente importantes para atender temas como la migración de especies, y las escalas temporales para relevar la importancia de distintos temas de corto plazo (como la re-introducción de especies en peligro de extinción), de mediano plazo (como la restauración de hábitats) y de largo plazo (como control de poblaciones). ((Rauschmayer and Behrens, 2007), en (Jouni Paavola, 2009)) En otras palabras, esta aproximación resalta la importancia de múltiples escalas físicas/espaciales, temporales, y por extensión, de otras escalas (como política) para el acoplamiento adecuado de las instituciones de la gobernanza de la biodiversidad y de los sistemas humanos y sociales pertinentes de los sistemas socio-ecológicos.

Los conceptos de gobernanza pueden ser interpretados de diversas maneras. Una visión estrecha de la gobernanza puede enfocarse en la manera en como diversas actividades del Estado son conducidas y en la noción de buena gobernanza que se refiere a la habilidad del Estado para cumplir con los objetivos de política pública de una manera efectiva, eficiente, equitativa, transparente, responsable y sujeta a una rendición de cuentas. Esta idea es la de gobernanza del Estado, que se analizará en el capítulo pero desde una perspectiva que entiende que el Estado no es una entidad homogénea sino descrita por una compleja red de actores a distintas escalas que gobiernan y son gobernados: una aproximación a la gobernanza del Estado multi-actor y multiescalar. (Jouni Paavola, 2009)

Una aproximación más amplia aún sugiere que el comportamiento humano es gobernado por instituciones no formales que no hacen parte del Estado y que tampoco son promovidas por su acción. Este tipo de gobernanza, gobernanza interna, es aquella a través de la cual los

individuos y organizaciones gobiernan su propio comportamiento de acuerdo con normas culturales y expectativas sociales. Los procesos de gobernanza interna (tanto individual como organizacional) no están desligados de los procesos externos de gobernanza del Estado (también gobernanza jerárquica), ni de los procesos económicos (gobernanza de mercado), o de procesos sociales (gobernanza de la sociedad civil). (Jouni Paavola, 2009)

Estas aproximaciones de gobernanza coexisten y co-evolucionan, definiendo la noción de régimen de gobernanza de la biodiversidad (desde la cual se desarrollará este capítulo), y dándole forma al comportamiento de las personas y las sociedades y determinando los resultados ambientales y pérdida de biodiversidad.

(En esta sección falta completar e integrar adecuadamente nociones que responden a las interrelaciones de MCI que integra mercados internacionales y sistemas de gobernanza, tecnología, y los que se presenta en las siguientes dos secciones.)

4.3 Gobernanza, gobernabilidad y gobierno

Las siguientes preguntas guían la continuación de la construcción de esta sección que aborda las relaciones entre gobierno, gobernanza y gobernabilidad en el territorio colombiano y su influencia en el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistemicos del país. Se pretende en esta sección articular al marco conceptual presentado en la sección anterior con las nociones de gobernanza aplicada a la biodiversadad utilizados en el país.

¿Desde qué perspectivas estamos observando y analizando la gobernanza? ¿Cómo vemos la gobernanza? ¿Desde cuales ontologías y epistemologías nos estamos situando para construir esta evaluación?

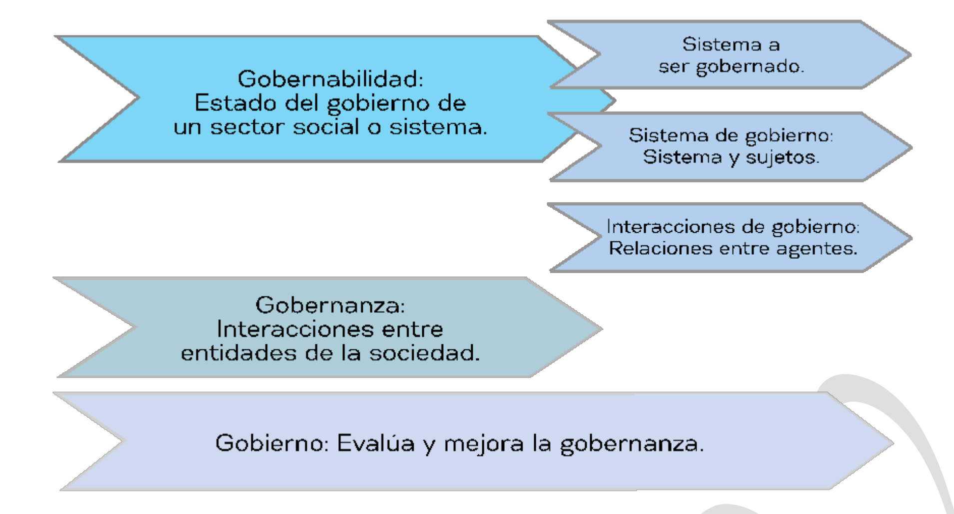


Figura 1. Diferencias entre gobernanza, gobierno y gobernabilidad (Vélez, 2017).

Recuadro:

Ejemplos comparativos que denoten las diferencias e interacciones entre Gobierno, Gobernanza y Gobernabilidad.

En construcción.

En contraste con otras formas de analizar la toma de decisiones, esta noción de gobernanza reconoce la dimensión del ámbito local y promueve la participación en el diseño de políticas pública (Folke y Ostrom). En este sentido, la gobernanza es entendida como procesos y estructuras relacionadas con la toma de decisiones asociadas con el acceso y manejo a los recursos (Folke 2005, 2017, Tengo 2012) y distribución del poder (Graham, Folke 2005, 2017). En este orden de ideas, el concepto de gobernanza permite avanzar en la descripción, caracterización y análisis de los acuerdos formales e informales, procedimientos o políticas que definen quién tiene el poder, cómo se toman las decisiones y cómo se rinden cuentas (Graham, 2003) en torno a los recursos.

La UICN define gobernanza como:
"Las relaciones entre estructuras, procesos y tradiciones que determinan cómo son ejercidos el poder y las responsabilidades, cómo se toman las decisiones y *cómo tienen voz los ciudadanos y otros interesados" (UICN 2014).*

Agrawal y Lemos, (2006) consideran que el estudio de la gobernanza incluye las acciones del Estado y, además, abarca actores como comunidades, empresas y ONGs. La gobernanza es por

tanto policéntrica, diversa y tiene un carácter multiactor; lo cual nos brinda un enfoque adecuado para analizar las diferentes maneras en las cuales dichos actores interactúan para producir resultados de la gobernanza asociados a manejo sustentable de los recursos naturales.



Figura 33. Herramientas para ampliar la comprensión del concepto de gobernanza.

Figura 2. Herramientas para ampliar la comprensión del concepto de gobernanza. Diagrama sinóptico de los diferentes tipos de gobernanza (Vélez, 2017 P:197. Tesis Doctoral, Univalle. Cali).

5. Contexto legal, normativo e institucional de la Gobernanza de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Gobernanza de Estado o Gobernanza Jerárquica

En esta sección se aborda, desde una perspectiva de la noción de gobernanza del estado o jerárquica el contexto legal, normativo e institucional de la gobernanza de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en Colombia. Se presentarán los fundamentos constitucionales de la estructura institucional ambiental sobre la que se sostiene la gobernanza de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, y luego se describirá la estructura institucional ambiental nacional, y a nivel subnacional, así como elementos legales y normativos relevantes para en anmarcqar y facilitar el análisis de la gobernanza de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

5.1. Fundamentos constitucionales que soportan la gobernanza de la biodiversidad en Colombia.

El primer paso para desarrollar un análisis del contexto nacional legal, normativo e institucional asociado a la biodiversidad de cualquier Estado es resumir su fundamento estructurante. Para este caso, Colombia es un Estado constitucional donde todo el ordenamiento jurídico-político está subordinado a las disposiciones constitucionales (Artículo 4). En este ordenamiento, a la Corte Constitucional le fue asignado el papel de interpretar el contenido, naturaleza y alcance de la constitución. A partir de sentencias como la T-406-1992, se ha desarrollado en Colombia el alcance del quehacer de la Corte; “Esta nueva relación entre derechos fundamentales y jueces significa un cambio fundamental en relación con la Constitución anterior; dicho cambio puede ser definido como una nueva estrategia encaminada al logro de la eficacia de los derechos, que consiste en otorgarle de manera prioritaria al juez, y no ya a la administración o al legislador, la responsabilidad de la eficacia de los derechos fundamentales” (T-406-1992).

Por su parte, la Constitución define a la República de Colombia como un Estado Social de Derecho (ESD), fundado en el respeto de la dignidad humana, el trabajo y solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general (Artículo 1), así como en la soberanía popular (Artículo 3), y le impone al Estado y a todas las personas la obligación y el deber de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación (Artículo 8). En palabras de la Corte Constitucional, “el Estado social de derecho colombiano busca realizar la justicia social, la dignidad humana y el bienestar general mediante la sujeción de las autoridades públicas a los principios, derechos y deberes sociales de orden constitucional” (T-622-16, Pág. 30).

¿Por qué es importante entender los fundamentos del Estado Social de Derecho para el análisis en materia de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos? Porque “la defensa del medio ambiente no solo constituye un objetivo primordial dentro de la estructura de nuestro ESD sino que integra, de forma esencial, el espíritu que informa a toda la Constitución Política” (T-622-16, Pág. 40).

En un Estado de Derecho clásico, el Estado no interviene en procura de la atención de las necesidades sociales pues se asume que el individuo tiene la capacidad de satisfacer su bienestar y subsistencia física, material y cultural. En cambio, “[en el] ESD la igualdad material

es determinante como principio fundamental que guía las tareas del Estado con el fin de corregir las desigualdades existentes, promover la inclusión y la participación y garantizar a las personas o grupos en situación de desventaja el goce efectivo de sus derechos fundamentales" (T-622-16, Pág. 28).

Por ello, el Estado y la sociedad en su conjunto tienen la obligación de "construir y articular una realidad institucional –fundada en una íntima relación de colaboración entre la esfera estatal y la social – que responda a los principios fundamentales de una organización social justa que permita dar solución a las necesidades básicas insatisfechas que deben ser atendidas de manera prioritaria" (T-622-16, Pág. 30). Y, para el ESD colombiano, una de las condiciones para consolidar una realidad social con justicia social, dignidad humana y bienestar general es la existencia de un ambiente sano y un desarrollo sostenible.

Tanto la Constitución como los primeros desarrollos jurisprudenciales no fueron tímidos en recoger los resultados de los hitos internacionales como la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano de Estocolmo de 1972 y la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1987, con su respectivo Informe de Brundtland de 1987, donde se reconocía a nivel global la crisis ambiental que sufría el planeta y su causa subyacente, a saber, la puesta en práctica de actividades humanas que degradaban el medio ambiente en el marco de la puesta en marcha de un desarrollo económico insostenible.

Según la Corte Constitucional, "El crecimiento económico, fruto de la dinámica de la libertad económica, puede tener un alto costo ecológico y proyectarse en una desenfrenada e irreversible destrucción del medio ambiente, con las secuelas negativas que ello puede aparejar para la vida social. La tensión desarrollo económico -conservación y preservación del medio ambiente, que en otro sentido corresponde a la tensión bienestar económico- calidad de vida, ha sido decidida por el Constituyente en una síntesis equilibradora que subyace a la idea de desarrollo económico sostenible consagrada de diversas maneras en el texto constitucional (CP arts. 80, 268-7, 334, 339 y 340)" (T-092, 1993).

Por esta razón, "una de las principales preocupaciones del Constituyente de 1991 al construir la fórmula del Estado Social de Derecho estuvo centrada en la forma más adecuada, moderna y eficiente de proteger el medio ambiental […] y a un mismo tiempo, un la necesidad de garantizar un modelo de desarrollo sostenible [que] permiten al ser humano […] vivir e

interactuar dentro de un medio ambiente sano que le permita desarrollar su existencia en condiciones dignas (T-622-16, Pág. 40).

La relevancia del medio ambiente sano y el desarrollo sostenible en el ESD como los fundamentos para garantizar una realidad material acorde con los demás derechos llevó al constituyente primario a plasmar una serie de artículos "verdes" con talante preservacionista en la Carta Política, por lo que es considerada como una Constitución Ecológica. Como lo demuestra este informe de ponencia citado en la Sentencia C-519 de 1994: "La Asamblea Nacional Constituyente no puede ser inferior en este aspecto a su tarea histórica. El problema ambiental no es una moda pasajera. […] La diferencia entre las crisis ambientales del pasado y la del presente consiste en que tanto el desarrollo, como la amenaza del orden de la vida, se han vuelto planetarias" (citado en C-519, 1994) [1].

Entre los cuatro principales artículos "verdes", se pueden mencionar el artículo 8 (se le impone al Estado y las personas la obligación proteger las riquezas culturales y naturales de la nación), el 49 (se reconoce el saneamiento ambiental como un servicio público a cargo del Estado), el 79 (se consagra (i) el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano; (ii) se le atribuye a la ley el deber de garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo; y (iii) se radica en cabeza del Estado el deber de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro efectivo de estos fines) y el 80 (se le encarga al Estado (i) planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; (ii) se le asigna la obligación de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados y (iii) se le impone el deber de cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas en las zonas fronterizas) (C-632-2011).

Sumando estos cuatro artículos, según la Sentencia T-411 de 1992, "el concepto de Constitución Ecológica [está] conformado por las siguientes 34 disposiciones resentadas en el siguiente Recuadro.

Preámbulo (vida), 2º (fines esenciales del Estado: proteger la vida), 8º (obligación de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación), 11 (inviolabilidad del derecho a la vida), 44 (derechos fundamentales de los niños), 49 (atención de la salud y del saneamiento ambiental), 58 (función ecológica de la propiedad), 66 (créditos agropecuarios por calamidad ambiental), 67 (la educación para la protección del ambiente),78 (regulación de la producción y comercialización de bienes y servicios), 79 (derecho a un ambiente sano y participación en las decisiones ambientales), 80 (planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales), 81 (prohibición de armas químicas, biológicas y nucleares), 82 (deber de proteger los recursos culturales y naturales del país), 215 (emergencia por perturbación o amenaza del orden ecológico), 226 (internacionalización de las relaciones ecológicas, 268-7 (fiscalización de los recursos naturales y del ambiente), 277-4 (defensa del ambiente como función del Procurador), 282-5 (el Defensor del Pueblo y las acciones populares como mecanismo de protección del ambiente), 289 (programas de cooperación e integración en zonas fronterizas para la preservación del ambiente), 300-2 (Asambleas Departamentales y medio ambiente), 301 (gestión administrativa y fiscal de los departamentos atendiendo a recursos naturales y a circunstancias ecológicas), 310 (control de densidad en San Andrés y Providencia con el fin de preservar el ambiente y los recursos naturales), 313-9 (Concejos Municipales y patrimonio ecológico), 317 y 294 (contribución de valorización para conservación del ambiente y los recursos naturales), 330-5 (Concejos de los territorios indígenas y preservación de los recursos naturales), 331 (Corporación del Río Grande de la Magdalena y preservación del ambiente), 332 (dominio del Estado sobre el subsuelo y los recursos naturales no renovables), 333 (limitaciones a la libertad económica por razones del medio ambiente), 334 (intervención estatal

Hilando entre sí los elementos que surgen a partir de estas disposiciones constitucionales, a saber, el vínculo entre los pilares del Estado social de derecho de dignidad humana, bienestar social y medio ambiente sano, uno de los hallazgos más importantes en el análisis de un sistema constitucional que estructura el ordenamiento jurídico-político al ser Colombia un Estado constitucionalista, es que el medio ambiente es (i) un derecho fundamental, (ii) un derecho colectivo y (iii) una obligación del Estado, la sociedad y los particulares.

En el ordenamiento constitucional, la dignidad humana está relacionada no solamente con la determinación de defender la vida en sí misma, sino de cierta calidad de vida; “Para nuestro constitucionalismo, no basta simplemente que la persona exista, es necesario que exista en un marco de condiciones materiales, culturales y espirituales que permitan vivir con dignidad” (T-622-16, Pág. 34-35). Por esta razón, el medio ambiente sano es indispensable para garantizar la dignidad humana y el bienestar general: “La calidad de vida implica, para efectos del tema en cuestión, la obligación de las autoridades públicas y de los particulares de asegurar las condiciones mínimas que debe tener el medio físico para lograr así un adecuado desarrollo social. Una de esas mínimas condiciones es, necesariamente, la de procurar la conservación y preservación del ambiente” (C-519, 1994).

En ese sentido, para la Corte Constitucional es claro que “el derecho al medio ambiente no se puede desligar del derecho a la vida y a la salud de las personas. De hecho, los factores perturbadores del medio ambiente causan daños irreparables en los seres humanos y si ello es así habrá que decirse que el medio ambiente es un derecho fundamental para la existencia de la humanidad. [Por consiguiente] el derecho al medio ambiente es un derecho fundamental” (T-092, 1993).

A partir de este desarrollo, la Sentencia T-622-16 recoge los elementos esbozados en las Sentencias T-092 de 1993, C-401 de 1995, C-432 de 2000, C-671 de 2001, C-293 de 2002, C-339 de 2002, C-486 de 2009, C-595 de 2010, para afirmar que:

> “[…] Ha advertido esta Corporación que la defensa del medio ambiente sano constituye un objetivo fundamental dentro de la actual estructura del ESD colombiano. Representa simultáneamente un bien jurídico constitucional que reviste una triple dimensión, toda vez que es un principio que irradia todo el orden jurídico correspondiendo al Estado proteger las riquezas naturales de la nación (artículos 1º, 2º, 8º y 366 superiores); es un derecho constitucional fundamental y colectivo exigible por todas las personas a través de diversas acciones judiciales (artículos 86 y 88); y es una obligación en cabeza de las autoridades, la sociedad y los particulares, al implicar deberes calificados de protección (artículos 8º, 79, 95 y 333).
>
> […] En ese sentido, reconoce la Carta, por una parte, la protección del medio ambiente como un derecho constitucional, ligado íntimamente con la vida, la salud y la integridad física, espiritual y cultural; y por la otra, como un deber, por cuanto exige de las autoridades y de los particulares acciones dirigidas a su protección y garantía. (T-622-16, Pág. 44-45).

Por ello, para el año 2016 Colombia era una (1) de las setenta y seis (76) naciones que reconocían expresamente el derecho a un ambiente sano, con una (1) de las ciento veinte (120) constituciones en las que se “protege un amplio rango de factores que componen la naturaleza y la biodiversidad como el agua, el aire, la tierra, la fauna, la flora, los ecosistemas, el suelo, el subsuelo y la energía, entre otros” (Erin & May, 2016, Citados en T-622-16)[2]. Si bien este es un reconocimiento importante, es quizá el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos lo que hace más revolucionario al ordenamiento jurírico-político de Colombia. Para

resumir, la Corte Constitucional analiza tres enfoques en materia del derecho ambiental internacional en la Sentencia T-622-16.

El primero es el enfoque antropocéntrico, en donde se reconoce que el ser humano depende de la naturaleza para vivir, por lo que el medio ambiente debe ser protegido para asegurar la supervivencia del ser humano (Pág. 47). El segundo es el enfoque biocéntrico, el cual también parte de la premisa de protección del ser humano para la supervivencia del ser humano, pero le añade a la ecuación las futuras generaciones y la humanidad en general. Este tipo de argumentos tiene su fundamento en la concepción liberal del orden internacional, el cual concibe a las relaciones internacionales bajo el lente de la cooperación; en este caso, se busca cooperación entre los países bajo una premisa de solidaridad global y desarrollo sostenible pues se ha entendido que lo que ocurre con el ambiente y recursos naturales de un país puede afectar a otras naciones, precisamente por la interrelación entre los ecosistemas regionales (Pág. 47).

Por último, la humanidad ha desarrollado el enfoque ecocéntrico. Según la corte, éste enfoque "parte de una premisa básica según la cual la tierra no pertenece al hombre y, por el contrario, asume que el hombre es quien pertenece a la tierra, como cualquier otra especie. De acuerdo con esta interpretación, la especie humana es solo un evento más dentro de una larga cadena evolutiva que ha perdurado por miles de millones de años y por tanto de ninguna manera es la dueña de las demás especies, de la biodiversidad ni de los recursos naturales como tampoco del destino del planeta. En consecuencia, esta teoría concibe a la naturaleza como un auténtico sujeto de derechos que deben ser reconocidos por los Estados y ejercidos bajo la tutela de sus representantes legales, verbigracia, por las comunidades que la habitan o que tienen una especial relación con ella" (Pág. 47).

Para la Corte Constitucional, los tres enfoques son válidos y han desplegado una importante línea jurisprudencial en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible, y encuentran pleno fundamento en la Constitución Política de 1991 y la fórmula del ESD. El reconocimiento del enfoque ecocéntrico ha sido gracias al reconocimiento de los aportes de los saberes ancestrales y enfoques alternativos donde la naturaleza tiene un papel más allá del instrumentalista de explotación económica: "la naturaleza no se concibe únicamente como el ambiente y entorno de los seres humanos, sino también como un sujeto con derechos propios, que, como tal, deben ser protegidos y garantizados. En este sentido, la compensación ecosistémica comporta un tipo de restitución aplicada exclusivamente a la naturaleza. Postura que principalmente ha encontrado

justificación en los saberes ancestrales en orden al principio de diversidad étnica y cultural de la Nación (art. 7º Superior)" (C-632-2011) (este mismo principio también se recoge en la Sentencia T-080 de 2015).

En resumen, para la jurisprudencia constitucional colombiana, es claro que "el desafío más grande que tiene el constitucionalismo contemporáneo en materia ambiental, consiste en lograr la salvaguarda y protección efectiva de la naturaleza, las culturas y formas de vida asociadas a ella y la biodiversidad, no por la simple utilidad material, genética o productiva que estos puedan representar para el ser humano, sino porque al tratarse de una entidad viviente compuesta por otras múltiples formas de vida y representaciones culturales, son sujetos de derechos individualizables, lo que los convierte en un nuevo imperativo de protección integral y respeto por parte de los Estados y las sociedades. En síntesis, solo a partir de una actitud de profundo respeto y humildad con la naturaleza, sus integrantes y su cultura es posible entrar a relacionarse con ellos en términos justos y equitativos, dejando de lado todo concepto que se limite a lo simplemente utilitario, económico o eficientista" (C-449 de 2015).

Es a partir de esta jurisprudencia que la Corte ha tomado unas decisiones para proteger a la naturaleza como sujeto de derechos. Por ejemplo, la Corte decidió en la Sentencia T-622 de 2016, "RECONOCER al río Atrato, su cuenca y afluentes como una entidad sujeto de derechos a la protección, conservación, mantenimiento y restauración a cargo del Estado y las comunidades étnicas […]. En consecuencia, la Corte ordenará al Gobierno nacional que ejerza la tutoría y representación legal de los derechos del río (a través de la institución que el Presidente de la República designe, que bien podría ser el Ministerio de Ambiente) en conjunto con las comunidades étnicas que habitan en la cuenca del río Atrato en Chocó; de esta forma, el río Atrato y su cuenca -en adelante- estarán representados por un miembro de las comunidades accionantes y un delegado del Gobierno colombiano, quienes serán los guardianes del río. […] Con el propósito de asegurar la protección, recuperación y debida conservación del río, los representantes legales del mismo deberán diseñar y conformar, dentro de los tres (3) meses siguientes a la notificación de esta providencia una comisión de guardianes del río Atrato, integrada por los dos guardianes designados y un equipo asesor al que deberá invitarse al Instituto Humboldt y WWF Colombia […] (T-622-16).

Por su parte, el Tribunal Administrativo de Boyacá profirió fallo el 09 de agosto de 2018, expediente 15238 3333 002 2018 00016, donde decidió, "DECLARAR que el Páramo de Pisba

es sujeto de derechos, con los alcances señalados en la parte motiva de esta providencia, en consecuencia; Se le aplicará el Convenio de Diversidad Biológica; Se le concede estatus de protección auto ejecutiva; El Ministerío de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene el deber de delimitar las áreas del Páramo de Pisba bajo criterios eminentemente científicos; El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, o quien el presidente de la Republica designe, actuará como representante legal del Páramo de Pisba; El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, deberá actuar como representante del Páramo de Pisba ante la Agencia Nacional de Minería. Las Corporaciones Autónomas Regionales de la Orinoquia y de Boyacá, no podrán autorizar nuevos planes de manejo ambiental que tengan por objeto servir de requisito a la obtención de un título minero en las zonas que sean delimitadas como páramo de Pisba".

Así mismo, la Corte Suprema de Justicia decidió que, mediante la Sentencia STC 4360-2018 del 05 de abril de 2018, "en aras de proteger este ecosistema vital para el devenir global, tal como la Corte Constitucional declaró al río Atrato, se reconoce a la Amazonía Colombiana como entidad, "sujeto de derechos", titular de protección, de la conservación, mantenimiento y restauración a cargo del Estado y las entidades territoriales que la integran".

5.1.1 Fundamentos normativos y de política que soportan la gobernanza de la biodiversidad con origen en la participación de Colombia en el marco de acuerdos internacionales.

En esta sección desarrollamos brevemente los asuntos relacionados con el contexto internacional e hitos nacionales relacionados a nivel de normatividad y de políticas nacionales, como por ejemplo la Ley 2a de 1959 y el Código de Recursos Naturales y su vínculo con la Comisión de Washington de 1942, la Cumbre de Estocolmo de 1972, y la cumbre de Río de 1992. Igualmente, se mencionan otros como la Comisión de Brundtland, la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, el Convenio sobre la Diversidad y la Convención Marco de Nacional Unidas para el Cambio Climático, entre otros.

El propósito de descibir este contexto internacional, es establecer los vínculos entre la gobernanza de la biodiversidad global con la estructura de la gobernanza de Estado de la biodiversidad nacional, sus estructuras institucionales, la Constitución, sus normas y políticas, así como identificar los mecanismos de transmición del conocimiento producido sobre la biodiversidad a nivel global para influir en nuestra toma de decisiones. Se identificará

complementariamente, la posición de Colombia en los espacios internacionales y los resultantes desarrollos jurisprudenciales con el fin de establecer la importancia del conocimiento global sobre los problemas asociados con la degradación de la biodiversidad en la formación de una visión sobre la gobernanza y en una modificación de la opinión nacional que crecientemente ha reconocido que "estamos frente a un escenario crítico". Se resaltará igualmente que existen responsabildades asumidas por el país en la materia de biodiversidad, que a través de los acuerdos internacionales hacen parte del bloque de constitucionalidad y la normatividad**.**

En ese sentido, será muy útil remitirse a distintas Sentencias que revisan la ratificación, por ejemplo, por la cual se aprueba la Convención sobre la Diversidad Biológica: Sentencia C-519 de 1994.

Ejemplos:

"La Asamblea Nacional Constituyente no puede ser inferior en este aspecto a su tarea histórica. El problema ambiental no es una moda pasajera. […] La diferencia entre las crisis ambientales del pasado y la del presente consiste en que tanto el desarrollo, como la amenaza del orden de la vida, se han vuelto planetarias" (citado en C-519, 1994)[28].

"Consciente de la carencia de recursos para vigilar eficazmente [distintas actividades económicas], el Congreso consideró necesario escoger zonas en los diferentes climas de Colombia, las cuales serían cerradas totalmente a la colonización y a todas aquellas actividades que pudieran causales algún perjuicio con fines de conservación. Tales áreas servían como refugios intocables y más tarde se convertirían en Parques Nacionales Naturales"[29]. Posteriormente, en Colombia una variedad de decretos, leyes, resoluciones y sentencias han desarrollado esta figura para preservar y conservar el medio ambiente.

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, "*sabemos lo que tenemos que hacer; es hora de hacerlo. Las formas insostenibles de desarrollo han destruido a*

[28] Asamblea Nacional Constituyente. Informe-ponencia medio ambiente y recursos naturales. Ponentes: Iván Marulanda, Guillermo Perry, Jaime Benítez, Argelino Garzón, Tulio Cuevas, Guillermo Guerrero. Gaceta Constitucional No. 46, 15 de Abril de 1991.
[2] Daly, Erin; May, James. "Global Environmental Constitutionalism: A rights-based primer for effective strategies", Widener University, Delaware Law School Legal Studies, Research Paper Series no. 16-12, 2016. Pág.
[29] Historia de las Leyes, Exposición de Motivos del proyecto de Ley sobre conservación de recursos naturales y fundación de parques nacionales, Congreso de la República, Tomo IV, páginas 119 y 120.

civilizaciones anteriores, pero ahora hemos puesto la vida en peligro a una escala mundial”. En este sentido, representantes de distintas naciones y organizaciones no Gubernamentales crearon esta comisión en 1983, también conocida como la Comisión de Brundtland, para abordar la problemática tensión entre medio ambiente y desarrollo y hacer un pronunciamiento con legitimidad internacional para crear un diagnóstico y una serie de soluciones. La Comisión presentó el informe ‘Nuestro Futuro Común’ en la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1987 y “*llamó la atención [...] respecto de la necesidad de [...] convocar una Conferencia internacional para examinar el progreso realizado y promover arreglos complementarios [...]. La propuesta de ese entonces se tradujo en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, (CNUMAD), conocida también como ‘La Cumbre de la Tierra’, celebrada en Río de Janeiro durante el mes de junio de 1992”* (C-519, 1994).

Así mismo, La Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, con la participación de Colombia, Costa Rica, México, Ecuador, Guatemala, Brasil, Perú, Argentina, Guyana y Venezuela, preparó un informe denominado “Nuestra Propia Agenda”. En este documento, *“se exponen las razones acerca de la imperiosa necesidad de que el continente latinoamericano cuente con un compromiso común que le permita garantizar la conservación y preservación de sus recursos ecológicos, los cuales, día a día, se encuentran en grave peligro debido a la falta de planificación del desarrollo humano*: *"América Latina y el Caribe contienen el 40 por ciento de las especies vegetales y animales de los bosques tropicales del mundo; pero a la tasa de desforestación actual se prevé que dentro de 40 años entre 100.000 y 350.000 mil especies habrán desaparecido. Desafortunadamente solo una pequeña parte de la Región ha estado bajo el sistema de áreas protegidas”* (Citado en C-519, 1994).

La reflexión sobre posibles soluciones a la crisis ambiental llevó a reconocer que las acciones llevadas a cabo en el ámbito local tenían repercusiones globales. Además, se introdujo lo ambiental como componente estratégico en los planes de desarrollo económico y social, teniendo en cuenta que los recursos naturales, además de ser la base fundamental del patrimonio de la Nación, son recursos de capital que permiten desde la dimensión ambiental dinamizar acciones sectoriales y territoriales, generando empleo, valor agregado e ingresos regionales y nacionales.

A partir de la convención de Biodiversidad, han existido diversos convenios internacionales relacionados con la biodiversidad como son

- Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
- Convenio de Bonn sobre Conservación de Especies Migratorias
- Convenio sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR)

Asimismo, en el 2010 se acuerdan las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica, las cuales conforman un conjunto de 20 metas agrupadas en torno a cinco Objetivos Estratégicos, que deberían alcanzarse de aquí a 2020. Forman parte del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, aprobado en 2010 por la 10ª reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. La misión del Plan Estratégico es "… detener la pérdida de diversidad biológica a fin de asegurar que, para 2020, los ecosistemas sean resilientes y sigan suministrando servicios esenciales, asegurando de este modo la variedad de la vida del planeta y contribuyendo al bienestar humano y a la erradicación de la pobreza…". Las Metas de Aichi trascienden la protección de la diversidad biológica y tratan aspectos del desarrollo sostenible. Abarcan diversos aspectos, desde la reducción de las presiones directas sobre la diversidad biológica y la integración de la naturaleza en los distintos sectores, hasta la promoción del uso sostenible y la participación de todos en los beneficios derivados de la utilización de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (IUCN).

Colombia ha respondido al Convenio sobre Diversidad Biológica mediante la formulación de la Política Nacional de Biodiversidad (1996) que fue revisada y replanteada con la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, 2012). La PNGIBSE, como política de Estado está orientada a "Promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil...". En este contexto de compromisos internacionales, Colombia ha buscado orientar la gestión de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, con el fin de conservarla, haciendo frente al cambio ambiental y manteniendo la resiliencia en los sistemas socio-ecológicos.

El concepto de gobernanza está asociado con una perspectiva amplia en los procesos de decisión ambientales (Ring, 2008). Bierman y sus colaboradores (2009: 14) definen las arquitecturas de gobernanza global pueden ser definidas como el sistema de instituciones públicas y privadas, las normas, las regulaciones, los procedimientos de toma decisiones, y las organizaciones en un área específica de la política mundial. En el sector público, existe un sistema de gobernanza generalmente jerárquico, en que no solamente participan los actores nacionales, sino que existen marcos multiactor y multinivel, alianzas, obligaciones morales, normativas y acuerdos globales, multilaterales y bilaterales que afectan las decisiones (Ring, 2008). A continuación una tabla de instrumentos internacionales para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los cuales Colombia es signataria o adherida.

5.2 Normatividad actual más relevante para la gobernanza de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y para la dinámica de los motores directos.

En construcción. En esta sección se identifican los elementos normativos más importantes relacionados con la gobernanza de la biodiversidad y los de mayor influencia sobre la dinámica de los motores directos. Se analizará igualmente la complejidad normativa y sus efectos sobre el estado de la biodiverdad.

5.2.1 Complejidad normativa y articulación

En construcción. Análisis de vacíos legales y de implementación.

5.2.2 Intervenciones jurisprudenciales y Derechos de la naturaleza

En construcción. Se discutirán los instrumentos a nivel jurídico (Consultas, tutelas, sentencias), esta vez discutidos desde la perspectiva de las comunidades y sociedad civil así como los Antecedentes de intervención de la corte Suprema, de relevancia para la dinámica de los motores directos.

5.3. Gobernanza de Estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia. Origen y evolución de la estructura institucional de la gobernanza de la biodiversidad en el país a escala nacional, regional y local.

En construcción. En esta sección se espera responder a las siguientes preguntas: ¿Qué lecciones podemos derivar de la evolución de las diferentes formas de gobernanza de la biodiversidad en Colombia? ¿De acuerdo con esta reflexión cuáles son los retos actuales de la gobernanza de la biodiversidad en Colombia?

Se resaltará la importancia de reconocer la existencia de otras formas de regulación de las relaciones con la naturaleza y los territorios existentes en nuestro país y las tensiones generadas por esas diferentes aproximaciones. A partir de un análisis histórico, se describen los diferentes tipos de gobernanza, desde la jerárquica y de gestión centralizada, hasta la colaborativa y la participativa, descentralizada y autónoma. Con la ayuda de estudios de caso, se delinearán las diferencias entre las aproximaciones Institucionales y no institucionales a la gobernanza; la influencia del contexto histórico y económico, los retos que representan las crecientes asimetrías de poder, como determinan las diversas formas de dominio territorial y la capacidad tanto de las comunidades como de las instituciones para gobernar sus territorios.

5.3.1. Evolución de la estructura institucional ambiental del país (1970 – hasta la fecha)

A través de una breve descripción de los cambios más significativos de la estructura ambiental del país, se identificarán algunas de las mayores tensiones en la toma de decisiones del país como resultado del contraste entre decisiones de desarrollo y crecimiento económico y sostenibilidad ambiental.

A principios del siglo XX, nació el departamento de Tierras Baldías y Bosques Nacionales adscrito al Ministerio de Obras Publicas el cual puso en práctica el pago de obras con bosques, una de las causas de la deforestación del país. En el 1946 se crearon los institutos de Fomento Forestal y de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico. Mas tarde en el 1952, Colombia empezó una gestión de los recursos naturales cuando crea la División de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura cuya misión era velar por el “desarrollo racional de los recursos naturales, tales como tierras, bosques y pesquerías con miras a su conservación”. Esta División que expidió la primera normativa tendiente a proteger los recursos forestales y a regular su

explotación y definió las primeras grandes zonas de protección. Desde esa época hasta 1993, el Estado manejo los recursos desde el Ministerio de Agricultura, con una visión extractivista de la oferta ambiental.

Es a partir de la Ley 99 de 1993 que el enfoque de la planeación ambiental se amplió para garantizar el cumplimiento de los principios universales y del Desarrollo Sostenible contenidos en la Declaración Río de Janeiro (1992) sobre Medio Ambiente y Desarrollo, la Agenda XXI, el Convenio sobre Diversidad Biológica, la Convención de Cambio Climático, la Declaración de principios para la ordenación sostenible de los Bosques, entre otros. La coincidencia histórica de la Cumbre de la Tierra en 1992, la Constitución de 1991 y la Ley 99 de 1993, produjo hitos estructurales en el país. Primero, la adopción del desarrollo sostenible como principio orientador del desarrollo económico y también la incorporación de setenta artículos relacionados con el medio ambiente en la nueva constitución nacional. De allí, la gestación del SINA y del Ministerio de Medio Ambiente con un enfoque moderno y visionario.

5.3.2. Estructura institucional actual de la gobernanza ambiental y de la biodiversidad del país a escala nacional, regional y local.

El Sistema Nacional Ambiental, SINA, concebido mediante la ley 99 de 1993, se define como "un conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales". El SINA integra por tanto (1) Los principios y orientaciones generales contenidos en la Constitución Nacional y en la Ley 99 de 1993, (ii) La normatividad ambiental, (III) las entidades del Estado responsables de la Política y de la Acción Ambiental, (IV) Las organizaciones comunitarias y no gubernamentales involucradas con la problemática ambiental, (V) las fuentes y recursos económicos para el manejo y recuperación del medio ambiente, y (VI) Las entidades Públicas, privadas y Mixtas que realizan actividades de producción de información, investigación científica y desarrollo tecnológico en el campo ambiental.

Desde su creación hasta la actualidad, no se ha reconocido el triple carácter estatal, social y privado del Sistema Nacional Ambiental. Con alguna frecuencia el Sina se ha pretendido reducir a sólo una parte de su componente estatal, es decir, al conjunto de las 44 instituciones del Estado responsables de la política y la gestión ambiental: el Ministerio del Medio Ambiente -MMA-, los cinco Institutos de Investigación, las cuatro Unidades Ambientales Urbanas y las

34 Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible. Esta interpretación del Sistema no sólo excluye a la sociedad civil, sino a otras dependencias del Estado con funciones y competencias ambientales, que dan al sistema su carácter “transectorial e integral”.

Al considerar que la dimensión ambiental impregna todos los sectores y actores del desarrollo, el Sina también está conformado por el Departamento Nacional de Planeación -DNP- y buena parte de los ministerios y sus institutos adscritos o descentralizados (representados en el Consejo Nacional Ambiental). Las entidades territoriales (departamentos, municipios y distritos) también están llamadas a cumplir un papel crucial dentro del Sistema, al quedar encargadas, junto con las Corporaciones y las autoridades ambientales urbanas, de la ejecución de la política ambiental. Por su parte, los organismos de control estatal (Contraloría, Procuraduría y Defensoría del Pueblo, entre otras) tienen funciones vitales como vigilantes del cabal desempeño de la autoridad ambiental y a ellos pueden recurrir los ciudadanos en casos de incumplimiento o ineficiencia. El Sistema Nacional Ambiental es mucho más que un sistema de instituciones, en donde prácticamente todos los colombianos organizados en torno a las acciones ambientales son actores fundamentales del SINA, y por tanto responsables de su acción colectiva.



Figura 3. Sistema nacional Ambiental, sus actores e interacciones.

5.3.3. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas

A partir del marco de gobernanza y uso de los recursos naturales de la UICN, cuyo objetivo general es la toma de mejores y más justas decisiones, sobre la contribución de la naturaleza, de los ecosistemas y de la biodiversidad al desarrollo sostenible, con respecto a la determinación de la calidad y efectividad de la gobernanza se establecieron cuatro principios básicos y elementos relacionados, así: 1. Inclusión, 2. Legitimidad, 3. Dirección, y 4. Desempeño; a los cuales en el contexto del manejo de áreas protegidas se suman: la Responsabilidad y Rendición de cuentas; y la Justicia y derechos (UICN, 2018), aunque ésto incluye la siguiente afirmación: “no hay un escenario ideal de gobernanza para todas las áreas protegidas”. En este contexto, la Inclusión y la Legitimidad son correspondientes entre sí, pues en la medida en que una se manifieste la otra también es factible, en tanto que la Dirección y el Desempeño aparecen como la meta y el resultado de estar en capacidad de dar cumplimiento a los tres primeros principios.

La UICN (2018) además de definir Área Protegida, establece siete categorías y unidades de gestión, la última de las cuales se refiere a áreas protegidas con uso sostenible de recursos naturales que corresponden a escenarios de transformación del territorio, dependiendo del objetivo de gestión, donde las iniciativas en el ámbito urbano-regional tendrían cabida en dicha categoría. En 2010 se reglamentaron las categorías de manejo de áreas protegidas que conforman el actual Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP de Colombia (Tabla 1). Estas se diferencian entre sí en cuanto a los atributos de la biodiversidad que contienen (estructura composición y función), su ámbito de gestión (nacional y regional), su gobernanza (pública y privada) y las actividades permitidas. Muchos de los espacios de conservación que no se enmarcaron en esta categorización pasaron, en consecuencia, a llamarse estrategias de conservación *in situ* o Estrategias Complementarias de Conservación –ECC (Santamaría, *et al.*, 2018).

Tabla 1. Categorías de las áreas protegidas del SINAP.

Categorías del SINAP	**Gobernanza**	**Tipos de Gobernanza – UICN, según corresponda (A, B, C, D)**
Categorías del Sistema de Parques Nacionales Naturales	Pública	

Reservas forestales protectoras	Pública	A. Gobernanza por el gobierno (en varios niveles y posiblemente combina varias agencias) B. Gobernanza por diversos titulares de derechos e interesados (gobernanza compartida) C. Gobernanza por individuos particulares y organizaciones privadas (usualmente los propietarios) D. Gobernanza por pueblos indígenas y/o comunidades locales (con frecuencia denominados TICCA)
Parques naturales regionales	Pública	
Distritos de manejo integrado	Pública	
Distritos de conservación de suelos	Pública	
Áreas de recreación	Pública	
Reservas naturales de la sociedad civil	Privada	

* Usar esta tabla como base para un resumen del aporte de cada una de las figuras (Número, hectáreas)

En Colombia las ECC equivalen a la figura de "Otras medidas de Conservación basadas en Área" (*Other Effective Area-based Conservation Measures OECM*)*, las cuales según la UICN* éstas serían determinadas por "un espacio geográfico definido, no reconocido como área protegida, que es manejado y gestionado de tal forma que aporta a la conservación *in situ* de la biodiversidad, sus servicios ecosistémicos y valores culturales de manera efectiva y a largo plazo" (UICN & WCPA 2017). No obstante el reconocimiento oficial de estas medidas aún no ha sido adoptado en el país.

Como antecedentes de las EEC, Ibagón, *et al.*, 2019, señalan que "…los marcos normativos y de política del SINAP tuvieron un avance significativo con la expedición del Decreto 2372 de 2010 (compilado en el Decreto 1076 de 2015), en el que se reglamentan diversos elementos para el mismo sistema." Adicionalmente, mediante el CONPES 3680 en 2010 (DNP, 2010), el Consejo Nacional de Política busca establecer las pautas y orientaciones con un enfoque ecosistémico para avanzar en la consolidación del SINAP. Por su parte, el Decreto 2372 de 2010 reglamenta, entre otras normas, el Decreto 216 de 2003, en relación con el SINAP, indicando las categorías de manejo que lo conforman y dicta otras disposiciones. "Este decreto fue elaborado con el fin de cumplir lo dispuesto en el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), entre otros aspectos, frente a la necesidad de hacer esfuerzos para establecer y mantener

sistemas de áreas protegidas; y contar con una reglamentación sistémica que regulará integralmente las diversas categorías y denominaciones legales previstas en las normas. Así mismo este decreto establece objetivos, criterios, directrices y procedimientos para la selección, el establecimiento y la ordenación de las áreas protegidas, así como los mecanismos para la coordinación efectiva del sistema" (Ibagón *et al.* 2019).

En construcción. Parrafo describiendo los Subsistemas del SINAP (Sistemas regionales, departamentales, municipales y locales de áreas protegidas (SIDAPS, SIRAPS, SIMAPS, SILAPS). Análisis de sus aportes, oportunidades y retos.

5.4 Relación de los motores directos y las estructuras institucionales ambientales

En construcción. Se identificará estudios generales o estudios de caso que permitan establecer la influencia, positiva o negativa, de las estructuras institucionales sobre sobre la dinámica de los motores directos y sobre el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En esta sección también se espera analizar cuáles han sido los cambios en las estructuras institucionales del gobierno y como y como han generado alteraciones o perturbaciones en la gobernanza de la biodiversidad.

6. Contexto de políticas públicas relacionadas con la gobernanza jerárquica de la biodiversidad.

En construcción. Las políticas públicas ambientales son discutidas y aprobadas vía el Consejo Nacional Ambiental y las políticas de desarrollo económico y social son aprobadas vía el Consejo Nacional de Política Económica y Social – Conpes. Las políticas aprobadas en estas dos instancias, algunos de los elementos normativos presentados en la sección anterior, y lo contenido en los planes nacionales de desarrollo determinan conjuntamente el universo de definiciones de política a nivel nacional relacionados con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En esta sección se describirá el contexto en el que se toman decisiones de política y se identificarán las políticas más relevantes para la gobernanza de la biodiversidad. Igualmente se identificarán los procesos y asuntos críticos que hacen más efectiva y eficaz la implementación de las políticas.

6.2 Consejo Nacional Ambiental

6.3 Consejo Nacional de Política económica y Social Conpes

En construcción. El Papel del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES

6.4 Políticas e instrumentos de política de biodiversidad y servicios ecosistémicos

En construcción.

6.5 Políticas nacionales de desarrollo económico y social relacionadas con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

En construcción.

6.6 Visiones del desarrollo económico social y ambiental: planes nacionales de desarrollo y la vinculación de Colombia a la OCDE.olíticas nacionales de desarrollo económico y social relacionadas con la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

En construcción.

6.7 Mapa de relación entre las políticas de biodiversidad, las políticas sectoriales (económicas y sociales) y los motores directos.

En construcción.

7. Análisis de la interacción entre los motores indirectos y los motores directos.

En construcción. De acuerdo con el contexto general constitucional, normativo, institucional y de políticas, se identificarán los motores indirectos más relevantes por sus efectos sobre los motores directos presentados en el capítulo 4. Igualmente se presentará un análisis de la interacción de los motores indirectos sobre los directos.

8. Motores indirectos y políticas e instrumentos de ordenamiento territorial.

En construcción. Se discutirán los mecanismos de participación a nivel de ordenamiento territorial.

La finalidad del Ordenamiento Territorial es promover el aumento de la capacidad de descentralización, planeación, gestión y administración de sus propios intereses para las entidades e instancias de integración territorial, fomentará el traslado de competencias y poder de decisión de los órganos centrales o descentralizados de gobierno en el orden nacional hacia el nivel territorial pertinente, con la correspondiente asignación de recursos. El ordenamiento territorial deberá propiciar además las condiciones para concertar políticas públicas entre la Nación y las entidades territoriales, con reconocimiento de la diversidad geográfica, histórica, económica, ambiental, étnica y cultural e identidad regional y nacional.

La ley Orgánica de Ordenamiento Territorial – LOOT de 2011, la cual tiene por objeto dictar las normas orgánicas para la organización político-administrativa del territorio colombiano; enmarcar en las mismas el ejercicio de la actividad legislativa en materia de normas y disposiciones de carácter orgánico relativas a la organización político-administrativa del Estado en el territorio; establecer los principios rectores del ordenamiento; definir el marco institucional e instrumentos para el desarrollo territorial; definir competencias en materia de ordenamiento territorial entre la Nación, las entidades territoriales y las áreas metropolitanas y establecer las normas generales para la organización territorial.

La LOOT crea además la Comisión de Ordenamiento Territorial – COT, que es un organismo de carácter técnico asesor que tiene como función evaluar, revisar y sugerir al Gobierno Nacional y a las Comisiones Especiales de Seguimiento al Proceso de Descentralización y Ordenamiento Territorial del Senado de la República y de la Cámara de Representantes, la adopción de políticas, desarrollos legislativos y criterios para la mejor organización del Estado en el territorio. Esta comisión orientará la aplicación de los principios consagrados en esta ley a los Departamentos, Distritos y Municipios, de forma que promueva la integración entre estos, y se puedan coordinar con más facilidad los procesos de integración.

Así las cosas, en Colombia “la competencia de la planeación del desarrollo recae en los entes territoriales (Ley 152 de 1994); el ordenamiento territorial, en los municipios (Ley 388 de 1997), la nación y los departamentos (Ley 1454, 2011); la protección y conservación del capital natural los recursos naturales y ordenamiento ambiental, en las autoridades ambientales y demás integrantes del Sistema Nacional Ambiental (Ley 99 de 1993); la gestión del riesgo, en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo y de Desastres (Ley 1523 de 2012), y la regulación

del ordenamiento del suelo rural, en la Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria (UPRA)” (Paredes, 2018).

Estas normas sustentan o son esenciales para la incorporación efectiva de las áreas protegidas en los procesos e instrumentos del ordenamiento territorial. Entre los instrumentos de planificación más importantes se encuentra el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el cual es un instrumento técnico y administrativo con vigencia de 12 años que orienta el desarrollo físico y el uso del suelo de un municipio, que lo formula en ejercicio de su autonomía y lo somete a concertación con la respectiva autoridad ambiental para su aprobación y revisión. Las autoridades ambientales regionales son quienes definen los determinantes ambientales, entre los que se encuentran las áreas protegidas (Ley 388 de 1997). Además, los parques nacionales y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) reglamentan el uso del suelo al interior de las áreas protegidas, según lo estipulado en los planes de manejo.

La Ley 388, establece el concepto de ordenamiento ambiental del territorio Municipal y Distrital, que comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. En esta norma se genera la clasificación de uso del suelo: urbano, rural, suburbano, de expansión urbana y suelo de protección, éste último constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse, como lo indica dicha Ley.

A su vez, en la PNGIBSE de 2012 Minambiente estableció que el ordenamiento ambiental del territorio se materializa en la estructuración socio-ecológica del mismo y éste permite definir una estructura ecológica principal (determinantes ambientales y otros suelos de protección), de manera tal que constituya el “armazón” territorial básico para garantizar la conservación de la

biodiversidad (artículo 2.2.1.1 Definiciones, del Decreto 1077 de 2015) y establecer unos lineamientos de manejo ambiental para todos los demás tipos de usos del suelo en un municipio, así como definir lineamientos para el ordenamiento de las áreas marinas y costeras del país, de manera que el suministro en buena cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos sea asegurado, por el manejo integral del territorio (mosaico heterogéneo entre sistemas productivos y ecosistemas naturales). Es relevante además considerar aquí lo dispuesto en el Decreto 3600 de 2007, compilado en el Decreto 1077, por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997, relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y de edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.

En este sentido, una condición habilitante para lograr un adecuado Ordenamiento Territorial es la gestión sostenible de los bosques. El instrumento básico de este proceso son los Planes de Ordenación Forestal (POF), requisito para la implementación y logro de la política para la Gestión Sostenible de los Bosques de Colombia. La zonificación y definición de usos del componente forestal son la base para la elaboración de los POF en las áreas de jurisdicción de las CAR, los cuales se deben concertar, articular y conciliar con otros instrumentos de planificación ambiental y territorial, en el marco del Ordenamiento Ambiental del Territorio (Ocampo (2014).

En las Zonas de Reserva Forestal (ZRF) de la Ley 2ª de 1959, las Corporaciones Autónomas Regionales deben elaborar el Plan de Ordenación Forestal (POF) en su jurisdicción. Sin embargo, hasta la fecha, es limitado el avance en la elaboración y aprobación de los POF en estas zonas. El área total declarada como Reserva Forestal, según la Ley 2/59 fue de 65.280.321 ha; sin embargo, debido principalmente a procesos de colonización, han sido sustraídas 13.903.565 ha, es decir, el 18.4% de la extensión original, siendo el área actual de las reservas 51.024.034 ha (Cortés 2004, MADS 2013ª, 2013b, 2013c, 2013d, 2013e, 2014ª, 2014b, 2014c). La mayoría de los bosques del país están dentro de las ZRF, las cuales fueron creadas con dos grandes objetivos: 1) la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, y 2) el desarrollo de la economía forestal; por tal razón se establecieron con el carácter de "Zonas forestales protectoras" y "Bosques de interés general", respectivamente, según la clasificación contemplada en el Decreto 2278 de 1953.

El objetivo de las reservas forestales son promover inicialmente la “protección forestal” y la “producción forestal”, como elemento importante del desarrollo local. Por lo tanto, es esencial tener en cuenta que dentro de las ZRF es legítimamente reconocida la producción forestal con fines comerciales, de maderables y no maderables en las áreas productoras, y de no maderables en las áreas protectoras, con el debido cumplimiento de las normas complementarias que regulan esta actividad (Orozco et al 2006). De acuerdo a esa situación y ante el resultado del proceso de paz con las FARC-EP, en donde los actuales escenarios de postacuerdo consideran la asignación de tierras a población víctima del conflicto y a los excombatientes en las mencionadas reservas de la ley 2da, impone a todos los actores en la construcción de paz, muchos retos frente a la necesidad de una ordenación sostenible que proteja pero también estimule el desarrollo del sector forestal, así como la promoción de actividades a desarrollar en esas tierras. Por lo tanto, debe considerar la vocación productiva de la población como las características biofísicas del suelo y la oferta natural disponible en un país donde la mayoría de los suelos son de vocación forestal (Orozco et al 2014).

Desde la década de 1990, las agencias forestales en los países tropicales consideran el manejo forestal comunitario como fundamental, y este ha logrado un lugar importante en las políticas y en la legislación sobre recursos naturales y entre los pobladores rurales (Sabogal et al 2008). En particular, la legislación ambiental del Estado colombiano establece mecanismos para lograr, al menos en un nivel aceptable, la participación ciudadana en defensa del medio ambiente y de los recursos naturales (MIJ 2006), a pesar de ello, y por tratarse de un proceso incipiente, se hace necesario reforzar sus elementos estructurales: más y mejor educación ambiental en todas las etapas y niveles, mayor y mejor acceso a la información por parte de la población, y mayor asunción de responsabilidades y deberes ciudadanos en defensa del medio ambiente (Velásquez 2011). De esta manera es posible concebir conciencia para una real participación activa en los temas relacionados con la ordenación y manejo del recurso forestal en Colombia.

En construcción. BOX como ejemplo: En el caso particular de la Zona de Reserva Forestal del Pacifico ZRFP, los impactos de la actividad agropecuaria ambientalmente insostenible, la minería ilegal, los cultivos para uso ilícito y la extracción de madera ilegal, las tres últimas históricamente asociadas al conflicto armado, son muy fuertes en las áreas de aptitud forestal y de aptitud para la conservación. Estos impactos son amplificados debido a las extremas

condiciones de humedad que caracterizan la cuenca del pacífico, restringen las posibilidades de uso para actividades agrícolas y pecuarias al facilitar el lavado de nutrientes y por tanto la erosión del suelo (IGAC 2014, MA MAVDT e IDEAM 2005). En la en ZRFP de las 8.069.759,75 has que la conforman, sólo cerca de 220.000 ha, localizadas principalmente al norte del departamento del Chocó en los límites con Panamá y al oriente del departamento del Valle, presentan aptitud diferente a la forestal y de conservación. Estas condiciones confirman que cerca del 40% de la Reserva, presenta aptitud para la conservación y que alrededor del 56% tenga aptitud forestal, siendo cerca de 2.800.000 has de aptitud netamente forestal y 1.600.000 has de aptitud agroforestal (MAVDT e IDEAM 2005).

Propuesta mensaje: De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta que el actual acuerdo de paz de la Habana entre el Gobierno de Colombia y las FARC-EP contempla la democratización del acceso a la tierra, en beneficio de los campesinos y de manera especial las campesinas sin tierra o con tierra insuficiente y de las comunidades indígenas y afrocolombianas más afectadas por la miseria, el abandono y el conflicto (Acuerdo Final 24.08.2016), esta acción es catalogada como prioridad en categoría alta para la implementación de lo acordado en la Habana, bajo el escenario de postacuerdo (NNUU 2014). El predominio mayoritario de población campesina, indígena y afrodescendiente en los municipios priorizados para el postacuerdo, presume un reto adicional frente a la implementación del acuerdo de paz, en especial, los mecanismos de resolución de conflictos de tenencia y uso, regularización de la propiedad, restablecimiento de derechos de las víctimas y de fortalecimiento de la producción alimentaria con enfoque diferenciado (Acuerdo Final 24.08.2016, Uribe-Muñoz 2016).

Ante esta situación y considerando la débil gobernanza e institucionalidad para la gestión de los recursos forestal e hídrico en la región, que se evidencia en marcos legales y arreglos institucionales incompletos y con dificultades para su implementación (Gómez 2010), es importante tener herramientas de gestión forestal apropiadas que promuevan la coordinación y transversalidad de las políticas relacionadas con el recurso forestal e hídrico. También el fortalecimiento de las estructuras y mecanismos de coordinación para la gestión de las cuencas (nivel institucional), la promoción de la participación de los actores sociales relevantes como elemento indispensable para una buena gobernanza, establecimiento de consensos, promover el acceso a la información, el reconocimiento de los saberes y costumbres ancestrales y formas comunitarias diferenciadas de gestión del territorio (nivel participativo) (Gómez 2010). Por lo tanto, es indispensable gestionar de manera sostenible el recurso forestal en el área de estudio

bajo este escenario inminente de postacuerdo, ya que hay evidencias en otras regiones del mundo como Centroamérica y África, que indican que la producción agrícola, la energía y la producción de recursos naturales, junto con la disponibilidad de agua potable, son los elementos que suelen soportar mayores daños después de un conflicto armado y que la implementación de políticas para la paz y seguridad después del conflicto se convierten en los principales motores de deforestación (Machlis y Hanson 2011).

En construcción. Ejemplos con recuadros y casos de estudio de Políticas enfocadas en problemas específicos y la necesidad de un enfoque transdisciplinario

8.1. Gobernanza de la biodiversidad urbana

En Colombia, con base en el Censo poblacional de 2018, se estima que cerca al 80% de la población nacional habita en ciudades, aglomeraciones o asentamientos urbanos (DANE, 2018)* y esto genera mayor presión sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos por la transformación del territorio, con dependencia, e influencia, de zonas cada vez más distantes, y un evidente impacto sobre la oferta y la demanda de éstos servicios.

La dinámica entre las respectivas Autoridades Ambientales y Alcaldías Municipales o Distritales en cada ciudad del país ilustra en una mayoría de casos las debilidades en los sistemas de gobernanza, cuya interacción efectiva opera como impulsores indirectos de la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad local. Es base fundamental para el ejercicio de la gobernanza en materia de conservación de la biodiversidad, promover desarrollos normativos para la adopción de estrategias complementarias de conservación de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos a nivel regional, que son indispensables para el desarrollo de ciudades sostenibles, resilientes y competitivas, y su incorporación en la planificación urbana, a través del ordenamiento ambiental del territorio en una visión urbano-regional (MADS, 2008), con miras a formalizar sistemas de participación y corresponsabilidad en la gestión ambiental de las áreas protegidas locales.

Por su parte, Gómez-Baggethun (2016) plantea que una consecuencia de la desconexión entre sociedades y ecosistemas, que se manifiesta en el plano físico tanto como en el cognitivo, radica en el hecho de que muchas personas se ven crecientemente privadas de oportunidades para experimentar y apreciar la naturaleza. La materialización de áreas protegidas urbanas permite

generar nuevos escenarios para la educación ambiental y un papel más activo de las comunidades locales en la gobernanza ambiental. En territorios altamente transformados a causa de la expansión urbana y a los impactos de los proyectos de infraestructura es evidente la fragmentación de ecosistemas estratégicos, incluidos algunos sitios RAMSAR como es el caso de los humedales, ciénagas, manglares, bosques urbanos y/o bosques riparios; los cuales requieren un efectivo manejo ambiental, en ejercicio de los principios de buena gobernanza para la toma de decisiones.

Posteriormente, frente al impacto de los hechos urbanos sobre el territorio y su incidencia mediante la fragmentación de ecosistemas, en el contexto normativo e institucional se considera relevante además presentar tres aspectos puntuales, desde una visión urbano-regional en el marco de los planes de acción y metas nacionales de la Política de Gestión Ambiental Urbana – PGAU (MAVDT, 2008), de la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos – PNGIBSE (MADS, 2012), de la Política Nacional de Cambio Climático – PNCC (MADS, 2017) y del documento CONPES 3819 "Política Nacional para consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia" (DNP, 2014), como base para entender lo relativo a la participación nacional en Políticas regionales y globales en éste apartado, dada la trascendencia de la función ecológica de los ecosistemas, más allá de las fronteras administrativas jurisdiccionales, así:

- El conocimiento de la base natural de soporte del desarrollo de las áreas urbanas, y en especial, la conservación de la biodiversidad y su uso sostenible en el ámbito de lo establecido en el CDB y sus desarrollos.
- El reconocimiento del papel de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en la resiliencia urbana frente al Cambio Climático y su nexo con los compromisos internacionales del país en este tema.
- La conectividad ecológica, frente a la fragmentación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad que impactan los servicios ecosistémicos, esenciales para el desarrollo sostenible de los asentamientos urbanos y su relación con los acuerdos de la Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat 2016).

La PGAU es una política sombrilla y tiene como objetivo general establecer directrices para el manejo sostenible de las áreas urbanas, definiendo el papel y alcance e identificando recursos e instrumentos de los diferentes actores involucrados, de acuerdo con sus competencias y

funciones, con el fin de armonizar la gestión, las políticas sectoriales y de fortalecer los espacios de coordinación interinstitucional y de participación ciudadana para contribuir a la sostenibilidad ambiental urbana y a la calidad de vida de sus pobladores, reconociendo la diversidad regional y los tipos de áreas urbanas en Colombia. Entre las estrategias para su implementación están: la coordinación y cooperación interinstitucional; la participación ciudadana; junto a la articulación y consolidación de la planificación ambiental territorial.

Dicha Política establece entre sus objetivos específicos, "mejorar el conocimiento de la base natural de soporte de las áreas urbanas y diseñar e implementar estrategias de conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables", el cual contempla en sus metas y actividades la definición de la estructura ecológica principal para todas las áreas urbanas, priorizando las de población mayor a 500.000 habitantes.

Por su parte, el CONPES 3819 de 2014, establece que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente determinará la estructura ecológica principal como referente de carácter nacional para el ordenamiento ambiental del territorio, y paralelamente, acompañará a las Autoridades Ambientales competentes para que, en coordinación con los entes territoriales, identifiquen la estructura ecológica a escala urbana para cada una de las ciudades del país cuya población supere los 100.000 habitantes, procesos que se han cumplido en un 40% de los casos.

Un caso específico que ilustra la dinámica del ejercicio de gobernanza con visión urbano-regional en esta materia, es el proceso de incorporación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en la planificación urbana y el ordenamiento ambiental del territorio documentado en 2018, con base en la identificación de la Estructura Ecológica de la ciudad de Villavicencio, capital del Departamento del Meta (ver Box X), que implica la gestión ambiental de un complejo sistema de socio-ecosistemas, en el marco de la PGAU y de la PNGIBSE, e identifica además las oportunidades de conservación de biodiversidad, mediante la consolidación y restauración de la conectividad ecológica, como agentes activos del desarrollo sostenible, los cuales se desprenden de dicho proceso.

VILLAVIENCIO, META, COLOMBIA.

1. Caso 1: Proceso de Identificación y Gestión de la Estructura Ecológica Urbana (EEU-Redes Ecológicas), en el ámbito Urbano-Regional. Formulación del Plan de Ordenamiento Teritorial -POT e incorporación de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos en la planificación urbana y el Ordenamiento Ambiental del Territorio.

Lugar y Escala: Ciudad de Villavicencio, capital del Departamento del Meta. Proceso multiescalasr y dinámico, con visión urbano-regional. Escala: 1:25.000 (Municipio) y Escala: 1:5.000 (Cabecera municipal, es decir, el centro urbano).

Actores y Responsabilidades: Secretarías de Ambiente y de Planeación, Alcaldía de Villavicencio; Corporación Autónoma Regional-Cormacarena y Gobernación del Meta. Plan de Ordenamiento Territorial: 1.Formulación; 2. Concertación; 3. Adopción; 4. Implementación; 5. Revisión y Ajuste. Seguimiento.

2. Objetivo y Contexto: Consolidación de red de áreas núcleo y corredores ecológicos identificados, restablecimiento de la conectividad ecológica entre los cerros orientales y las planicies del municipio en las cuencas de los ríos Guatiquía, Guayuriba y Negro. Incorporación de áreas protegidas locales en la planificación urbana para conservar o restablecer la función ecológica de siete socio-ecosistemas urbanos: Kirpas Pinilla, Buenavista,... El municipio cuenta con 610.000 habitantes de los cuales el 94.8% vive en la ciudad en un área de 3000 ha (182 Km^2), con Densidad: 3263,54 hab /km^2, Cerros y llanuras aluviales.

Este aspecto requiere especial atención para que, a través de una adecuada planificación, en el proceso de identificación de la estructura ecológica pueda valorarse el papel de los servicios ecosistémicos, y su contribución al bienestar humano en las ciudades costeras, que proveen las zonas marinas, costeras e insulares, con una visión urbano-regional. En este tipo de escenarios para la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio marino-costero, en el marco de la PNGIBSE, de la Política Nacional de Cambio Climático –PNCC, de la PGAU, y especialmente, de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (MinAmbiente, 2000), la capacidad de gestión de riesgo, la resiliencia urbana de las ciudades costeras y sus procesos de adaptación y mitigación frente al cambio climático, resultan de particular relevancia en función de la efectividad en la conservación de la Biodiversidad.

En tal sentido, el desarrollo de la atención a dichos asuntos ambientales, en los ámbitos urbano, continental y marino-costero, también deberá guardar estrecha relación con los compromisos derivados del CDB (ONU, 1992), de los acuerdos para la implementación de la Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat, 2016); y de las recomendaciones y compromisos de la Nación con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE (OECD, 2017), en cuanto se refiere a la Estrategia de Crecimiento Verde de ese organismo multilateral.

A pesar de la importancia económica y ecológica de la zona costera, está claro que la interfaz entre la tierra y el mar se trata desde diferentes perspectivas. En términos de gobernabilidad, existe una división y una dispersión de responsabilidades evidentes entre las diferentes instituciones gubernamentales que tienen responsabilidades en la administración de asuntos marinos y costeros (pesca, gestión ambiental, desarrollo turístico, transporte, puertos, obras públicas, industria, planificación urbana, defensa de la soberanía etc.). Cada una de estas

entidades tiene instrumentos específicos de planificación sectorial y objetivos de expansión y desarrollo, que en algunos casos pueden llevar a conflictos de uso. Sin embargo, en los últimos 5 años, la coordinación y participación interinstitucional se está incrementando positivamente en el país, lo que está llevando a esfuerzos de colaboración efectivos para perseguir el desarrollo sostenible costero y marino (OECD, 2016).

Otro escenario de gran importancia para la evaluación y proyección de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos es el de las ciudades y los asentamientos humanos en la Amazonía Colombiana, a partir de la gestión ambiental urbana, al respecto el Instituto Sinchi (Riaño y Salazar, 2018) señala que ésta va a la zaga de los desarrollos espontáneos, y en la región está menguada una verdadera capacidad para pensar, planear y hacer realidad en el futuro, ciudades sostenibles diseñadas hoy, que no sean ajenas a la condición amazónica del entorno donde se asientan, ante lo cual se debe construir una visión del modelo de desarrollo de la Región, siendo el agua el recurso más estratégico para una gestión sostenible que necesariamente incorpore la visión de las comunidades.

HALLAZGOS Y EVIDENCIA			**DESCRIPCIÓN DE LA EVIDENCIA**				**NIVEL DE CONFIANZA Y MENSAJES CLAVES**			
Contexto (problema, situación o diagnóstico) (6)	**Hallazgo (7)**	**Evidencia (Información Base) (8)**	**Temporalidad (9)**	**Unidad de Análisis (escala) (10)**	**Línea base (11)**	**Variación (12)**	**Fuente de información (13)**	**Nivel de Confianza (de la fuente de información) (14)**	**Mensaje Clave (15)**	**Observaciones (16)**

Baja planificación urbana con criterios de sostenibilidad que mediante una gobernanza activa, permita incorporar los beneficios de la naturaleza para la gente en planificación de las ciudades a través del ordenamiento ambiental del territorio y reducir el impacto	Proceso de incorporación de elementos de biodiversidad local y los beneficios de la naturaleza para la gente en planificación de las ciudades o aglomeraciones urbanas en Colombia.	Box X con caso de la ciudad de Villavicencio que ilustra la dinámica y la incidencia del mismo en el proceso de revisión del Plan de Ordenamiento Territorial de la capital del Meta	2018	Enfoque urbano-regional. Escala Local	Para 2016 solo tres de las 48 ciudades cuya población supera los 100.000 habitantes habían incorporado elementos de la B y sus SE en su planificación urbana, con base en su estructura ecológica y medidas de adaptación al cambi		Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Alcaldía de la ciudad de Villavicencio, Departamento del Meta.	Bien Establecida	Mecanismos activos de Gobernanza de la biodiversidad Urbana en solo 21 de 48 ciudades del país, cuya población supera los 100.000 habitantes, han permitido identificar su estructura ecológica e incorporar la B y sus SE en la planificación urbana mediante la toma de decisiones para	Resaltar los avances en la gobernanza de los procesos de incorporación de la biodiversidad local y sus servicios ecosistémicos en la planificación urbana y el ordenamiento ambiental del territorio, con base en las redes ecológicas identificadas.

de la transformación del territorio.					o climático basada en la naturaleza y la toma de decisiones sobre planificación urbana.				la priorización de medidas de restauración de ecosistemas, consolidación o restablecimiento de la conectividad ecológica. El reto es promover el acompañamiento técnico de las respectivas Autoridades Ambientales a las Alcaldías en cada Municipio y su compromiso con este proceso, incluyen	

									do aquellas poblaciones que cuentan con más de treinta mil habitantes.	

9. Sistemas de gobernanza autónoma y papel de actores locales en la gobernanza territorial

La UICN presenta cuatro tipos de gobernanza, a partir de la descripción de quien detenta la autoridad y la responsabilidad del manejo del área protegida, así: Gobernanza por parte del gobierno; gobernanza compartida; gobernanza privada; y gobernanza por parte de pueblos indígenas y comunidades locales, frente áreas de particular importancia para la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como menciona el CDB en la Meta 11 de Aichi. Siguiendo una categorización policéntrica, de la gobernanza, en el contexto colombiano los actores de la gobernanza se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Estado: Organizaciones e instituciones vinculadas a la administración pública. Ejemplos: Ministerio de Medio Ambiente, Corporaciones Autónomas Regionales, Alcaldías, Parques Nacionales Naturales.
- Comunidad: individuos o grupos de individuos que toman decisiones colectivas de acuerdo a un interés común que tienen sobre un territorio. Ejemplos: organizaciones de base, grupos étnicos, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales
- Sector privado: individuos o grupos de individuos que toman decisiones orientadas a un interés particular en un territorio. Ejemplos: propietarios de predios, empresas.

Sin embargo, en la práctica, existe gama de estrategias híbridas de gobernanza ambiental fundamentadas en múltiples relaciones entre las categorías mencionadas, lo que produce la emergencia de diferentes modos de gobernanza como: comanejo, alianzas público-privadas y social-privadas.



Figura 4. Diferentes tipos de Gobernanza y estrategias hibridas de gobernanza ambiental

Según lo anterior, la organización de los actores para la toma de decisiones puede darse en este abanico de posibilidades:

Gobernanza A: ejercida por el estado a varias escalas (solo el estado)

Gobernanza B: compartida por el estado y privados y / o comunitarios. (Todos)

B1: Estado y la comunidad

B2: Estado y sector privado

B3: Comunidad y sector privado

B4: Comunidad, estado y sector privado

Gobernanza C: ejercida por individuos particulares y organizaciones privadas, usualmente propietarios. (Solo los privados)

Gobernanza D: ejercida por grupos étnicos y comunidades locales (solo la comunidad)

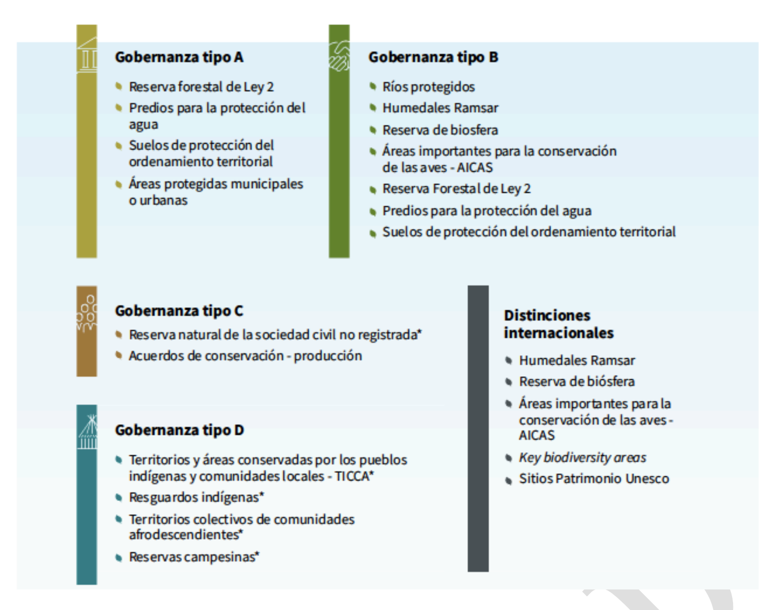


Figura 5. Visión policéntrica de la gobernanza en Colombia y su clasificación en el Marco de las ECC

En las ultimas décadas, es significativo el reconocimiento de la dependencia que tienen los sistemas rurales, sus pobladores y sistema productivos sobre los ecosistemas y los servicios que estos proveen (Ocampo 2014). Por lo tanto, es sobreentendido que los bosques y árboles juegan un rol importante en los medios de vida de los pobladores rurales, y que al fortalecerse el manejo forestal comunitario mejorarán las condiciones de vida de las comunidades rurales (Sabogal et al 2008). Las comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinos, mestizos y colonos han desarrollado capacidades organizativas para la gestión de sus recursos forestales, según sus modos de vida a lo largo de la historia de su grupo social, y adaptados a los ecosistemas en que viven (AECID 2013).

9.1. Participación de la sociedad civil

En construcción. Acciones colectivas para la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. ONGs colectivos sociales, Reservas de la sociedad Civil. Reservas de La sociedad Civil y su papel en el SINAP. Aportes y retos de la conservación por la Sociedad Civil en Colombia

9.2. Campesinos y gestión comunitaria

En construcción.

9.2.1. Gestión comunitaria del agua, acueductos comunitarios,

En construcción.

9.2.2. Zonas de reserva campesina

En construcción.

9.2.3. TICCAS

En construcción.

9.3. Gobernanza por comunidades étnicas

En construcción. (Resguardos y consejos comunitarios) Conocimiento local y gobernanza, Formas de trabajo colectivo y estrategias de cooperación para el cuidado de la vida

En términos generales, se pueden demostrar cómo los resguardos y consejos comunitarios en Colombia no sólo tienen por ley una función pública en materia ambiental, sino que también han tenido modelos socioculturales que han sido benéficos para el medio ambiente. Varios de los acuerdos suscritos a la fecha pasan por el reconocimiento de cómo el resguardo o consejo comunitario tiene un sistema de pensamiento y de creencias que los ha llevado a mantener altamente preservada la biodiversidad.

9.4. Acuerdos de comanejo

La gobernanza puede ser entendida como las formas en las que las personas, grupos humanos, entes gubernamentales y mercado interactúan y se organizan para tomar decisiones que resultan en la configuración de un paisaje. La Conservación y uso de los recursos se deriva de decisiones coordinadas por la acción de los propios actores quienes crean normas, reglas y estrategias en torno a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad, que terminan imponiéndose como prácticas corrientes.

En materia de acuerdos de COMANEJO, puede ser muy útil incluir los instrumentos con los que cuenta Parques Nacionales Naturales de Colombia para hacer un manejo conjunto y concertado con las comunidades, como lo son los Regímenes Especiales de Manejo con las comunidades indígenas, los Acuerdos de Uso y Manejo con las Comunidades Afro descendientes y las Mesas de Uso, Ocupación y Tenencia con los Campesinos.

Así mismo, se pueden analizar los Planes de Manejo de Áreas Protegidas que ha sido concertado con las comunidades indígenas, e incluso aquellos que permiten un Comanejo a las comunidades indígenas sin haber hablado con ellas. Para esto puede traerse a colación el recién Plan de Manejo acordado con las comunidades de la Sierra Nevada de Santa Marta con relación del PNN Sierra Nevada de Santa Marta y el PNN Tayrona.

BOX 25. Caso PNN Chiribiquete; MADS, MINCULTURA, PNN y el ICANH, decidieron no contactar a las comunidades indígenas en aislamiento del PNN Chiribiquete para garantizar su derecho a la autodeterminación (en este caso, a aislarse). Debido al estado prístino de conservación del PN Chiribiquete, se concluye que las comunidades indígenas ejercen una labor fundamental para proteger este lugar, no sólo el patrimonio natural sino el cultural representado en monumentales murales de pinturas rupestres.

9.5. Contribuciones de gremios y actores corporativos

En construcción.

La tendencia ambiental empresarial

El cambio climático, la escasez de combustibles fósiles, la contaminación, el agotamiento de los bosques, suelos y el agua entre otras problemáticas y realidades irreversibles en el medio ambiente, así como la creciente preocupación por la inequidad social han impulsado una sensibilidad cada día mayor sobre la dimensión ambiental y social, entre empresarios, inversionistas, consumidores, ONG, autoridades y otras partes interesadas del sector privado. Se trata de una tendencia a nivel mundial que influye de manera permanente y definitiva en los negocios y perspectivas de inversión.

Congruente con esta tendencia, la relación entre inversiones y el medio ambiente y poblaciones inconformes está en plena evolución. Pasó de ser un asunto únicamente de requisitos de

cumplimiento legal, a la concepción que la gestión ambiental y social forma parte de la gestión de riesgo de inversiones (Reinhardt, 1999). Adicionalmente las tendencias ambientales y sociales generan oportunidades para la inversión a través de nuevos mecanismos financieros como los fondos de impacto en inversión ambiental y social, las tecnologías y productos verdes, los nuevos mercados relacionados con productos orgánicos y naturales, energías alternativas, el aprovechamiento de residuos, productos para la base de la pirámide y emprendimientos sociales, entre otros (Prahalath et al., 2011).

Las tendencias en la sociedad que impulsan las inversiones sostenibles puede clasificarse en diferentes fuerzas que son complementarias entre si;

(i) Los riesgos a la inversión generadas por proyectos y negocios que no consideran las variables ambientales y sociales en su gestión. El "Dow Jones sustainability index" (UNCTAD, 2012) es un ejemplo que busca conectar el valor de las acciones a la sostenibilidad ambiental y social de las empresas. Este tipo de programa toma como hipótesis que las empresas y proyectos que gestionan sus impactos ambientales y sociales de una manera avanzada, generan mayor rentabilidad en el largo plazo. Lo que empezó como un mercado nicho para inversionistas experimentales (UNCTAD, 2012), hoy es una tendencia creciente con varios fondos de capital de riesgo que buscaban invertir en empresas y proyectos sostenibles.

(ii) Exigencias de bancos multilaterales; Los bancos multilaterales como el Banco mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, Banco de desarrollo para América Latina CAF, el Banco de Desarrollo de Asia entre otros (Croce et al., 2011), son firmantes de los principios de ecuador (que impulsan principios de ética y sostenibilidad ambiental y social como parte de sus requisitos de préstamo). Estas instituciones desarrollaron requisitos ambientales y sociales desde los años 80 y con mayor fuerza en los 90s, y han ido generando principios de salvaguarda y prácticas de evaluación de crédito cada día más especializadas en temas ambientales y sociales [1].

(iii) Nuevas Economías que buscar utilizar el poder del mercado para generar beneficios ambientales y sociales; hoy las empresas de beneficio (BCorps) están generando una tendencia mundial, logrando cambiar el paradigma de ser las mejores empresas DEL mundo a ser las mejores empresas PARA el mundo. Las Empresas B constituyen una nueva forma empresarial

donde el éxito se mide por el bienestar de las personas, de las sociedades y del Planeta. En este enfoque, las empresas B están generando modelos donde la biodiversidad es parte del modelo de negocios. Ejemplos como la empresa Guayaki (https://guayaki.com/) cuyo propósito es regenerar la selva Atlántica a través del mercado de Yerba Mate o Ecoflora Cares (https://ecofloracares.com/es/) que desarrolla colores naturales como el azul de una planta del Choco Colombiano con un modelo social, así lo demuestran.

(iv) Mercados de consumidores que prefieran productos y servicios con calidades ambientales y nutricionales distintivos; Los escándalos relacionados con la salud de los alimentos y el uso de materiales tóxicos en productos de consumo masivo ha despertado un movimiento cívico de consumo de productos con calidades ambientales y sociales distintivos. El movimiento que en los años noventa empezó en un grupo reducido de consumidores, se ha convertido en un mercado significativo a nivel mundial. Más recientemente los sistemas alimentarios están siendo revaluados. El EAT/Lancet (https://eatforum.org/eat-lancet-commission/ sobre comida, planeta y salud, advierte la necesidad de cambiar los patrones de los sistemas alimentarios para lograr proveer comida sana y nutritiva sin acabar con los ecosistemas. Esto implica un cambio fundamental para la industria de alimentos en el mundo.

En construcción. Estas tendencias han surgido y cogido fuerza y llaman a responder a alternativa innovadora de producción e inversión.

¿Como distinguir empresas sostenibles?

El Dow Jones, en el contexto de sus índices de sostenibilidad, define la sostenibilidad corporativa como “la búsqueda de generación de valor de largo plazo para los accionistas de una compañía, mediante el aprovechamiento de oportunidades y manejo de riesgos derivados de desarrollos económicos, ambientales o sociales” (Dow Jones, 2012).

Por otra parte, para el Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades del Reino Unido la sostenibilidad corporativa se define en “como las compañías responden a los impactos económicos, sociales y ambientales de sus operaciones para poder cumplir con las metas de desarrollo sostenible del país” (U.K. Government, 2012).

Al tomarse en conjunto estas dos definiciones podría decirse entonces que la sostenibilidad corporativa requiere que las compañías hayan interiorizado el concepto de sostenibilidad en sus operaciones, pero a la vez que piensen en contribuir al desarrollo sostenible de los países en que operan, con una perspectiva que vaya incluso más allá de sus propios temas empresariales.

Hay diferentes ejemplos que apoyan a medir la sostenibilidad empresarial. Algunos de estos tienen algunas características para medir el impacto a los ecosistemas y la biodiversidad, pero muy pocos tienen indicadores reales para medir su aporte a la conservación de la biodiversidad.

Algunos cuentan con unos sistemas de indicadores, que permiten evaluar la sostenibilidad de las empresas, y con ello también medir el riesgo de las inversiones. Entre estos indicadores se encuentran sistemas que sirven exclusivamente para evaluar a las empresas, de acuerdo con una serie de criterios relacionados con su sostenibilidad, tales como el GIIRS y el Corporate Sustainability Assessmente (CSA) de SAM. Por otra parte, existen también los índices de bolsa, que siguen el desempeño de las acciones de algunas compañías que cumplen con ciertos criterios de sostenibilidad. Entre estos últimos, se encuentran la serie de índices de sostenibilidad del DowJones y el FTSE4GOOD, el primero de los cuales se basa en el CSA de SAM. Los diferentes sistemas de indicadores tienen características distintas y se enfocan en evaluar diferentes categorías.

La siguiente tabla presenta algunos ejemplos de herramientas que pueden usarse para identificar empresas que buscan ser "más sostenibles". Algunas de estas herramientas implican solo la firma de declaraciones voluntarias mientras que otras más certeras, implican una verificación del desempeño de las empresas por parte de un tercero.

En este tipo de herramientas también se encuentran los sellos que buscan acreditar características ambientales a la producción o comercialización de bienes que forman parte de la biodiversidad, como la madera, el atún o las certificaciones que apuntan a la cero deforestación de cadenas de valor como palma, cacao, soya y carne.

Uso	**Modo de verificación**	**Ejemplos**

Sector financiero/mercado en general	Terceros	Empresas B
Sector financiero	Terceros	**Sistemas de evaluación de compañías e índices de bolsa**: · GIIRS (www.giirs.org) · SAM CSA (www.sam-group.com/) · Índices de sostenibilidad de DowJones (www.sustainability-index.com) · FTSE4GOOD (www.ftse.com/indices) **Empresas que han recibido inversiones de fondos de inversión de impacto**
Mercado en general	Terceros	**Certificaciones y sellos**: · ISO 14000 (www.iso.org/iso/iso14000) · LEED (https://new.usgbc.org/leed) · Sellos de productos (eco-sellos) (www.ecolabelindex.com)
Mercado en general	Auto-declaraciones	**Reportes voluntarios:** · Global Reporting Initiative (GRI) (www.globalreporting.org) · IRIS (iris.thegiin.org) **Membrecías a organizaciones relevantes:** · Membrecía al Pacto Global (www.globalcompact.org) · Membrecía WBCSD (www.wbscsd.org) · Membrecía a Responsable Care (www.icca-chem.org/en/Home/Responsible-care/) · Membrecía a Global Environmental Initiative (GEMI), (www.gemi.org)

Fuente E3, 2015 (Ecología, Economía y Ética)

[1] www.equator-principales.com

En Colombia hay iniciativas globales que se han adoptado ampliamente y se cuenta con comunidades de práctica, redes nacionales y locales de empresarios y actores no gubernamentales (academia). Uno de ellos es la el Pacto Global de las Naciones Unidas, que a marzo 1 del 2019 cuenta con 560 organizaciones en Colombia (de las 13,533 en el mundo en la misma fecha) que oficialmente hacen parte de esta iniciativa en donde las empresas se comprometen de manera voluntaria con 10 principios, de los cuales tres de ellos son en relación con el medio ambiente (Principio 7: "Las empresas deberá mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente"; Principio 8: "Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental; y Principio 9: "Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medioambiente" (UN Global Compact, 2019) .

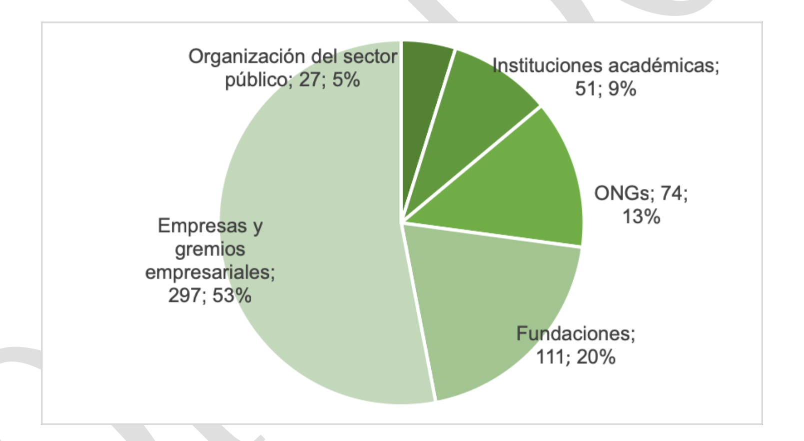


Figura 6: Organizaciones signatarias en Colombia del Pacto Global de Naciones Unidas
Organizaciones en Colombia que hacen parte del Pacto Global de las Naciones Unidas a marzo 2019. n= 560 Fuente de datos: UN Global Compact (2019)

Con más frecuencia, vemos que tanto en la investigación académica como en las discusiones nacionales e internacionales se promueven modelos y esquemas de gobernanza participativas que operan en múltiples niveles y en los que participen actores de diversas naturaleza para buscar tener políticas ambientales más efectivas y sostenibles (Bulkeley, 2005; Green, 2014; Newig & Fritsch, 2009). Los actores privados (no Estatales) han estado presente en los negociaciones de acuerdos ambientales multilaterales desde la década de los sesenta, y han

estado presente en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales más críticos del momento (Green, 2014). Desde la década de 1990, las organizaciones internacionales y no gubernamentales ha venido desarrollando sistemas de gobernanza no estatales impulsados por el mercado para diseñar e implementar prácticas de gestión ambiental (Cashore, 2002).

Jessica Green se refirió a estos actores no estatales en la política y gobernanza ambiental como la "Autoridad Privada". Para Green (2014) existen dos formas de autoridad privada: (i) la cual es cuando los Estados delegan la autoridad a actores privados; y (ii) cuando las empresas generan sus propias reglas y normativa, y persuaden a los demás a adoptarlas.

Sin la intervención y los roles que tradicionalmente el Estado ha ejercido, estos nuevos sistemas actúan vía mercado mediante el influenciar las cadenas de suministro mediante incentivos y sanciones para que el carácter voluntario se desvanezca y las medidas sean de obligatorio cumplimiento para los proveedores (Cashore, 2002). Cashore (2012) analiza que estos sistemas no estatales impulsados por el mercado, ganan autoridad debido a la legitimidad pragmática, moral y cognitiva que cuentan.

Debido a su compromiso y desempeño ambiental, social y financiero, 18 empresas colombianas fueron invitadas a ser evaluadas en términos de sostenibilidad por RobeccoSAM para ser incluidos en el índice Dow Jones de sostenibilidad (DJSI).

En construcción.

Tabla 3. Resumen con Empresas colombianas (y los sectores a los que pertenecen) reconocidas internacionalmente por su compromiso ambiental, social y financiero y que muestre cifras de la contribucion de estas empresas a la conservacion de la biodiversidad y los servicios ecosistemicos).

(Almacenes Exito SA; Avianca Holding SA; Banco Davivienda SA; Bancolombia SA; Celsia SA ESP; Cementos Argos SA; CEMEX Latam Holding SA; Colombina SA; Corp Financiera Colombiana SA; Ecopetrol SA; Grupo Argos SA; Grupo Aval Acciones y Valores; Grupo de Inversiones Suramericana SA; Grupo Energía Bogotá SA ESP; Grupo Nutresa SA; Interconexión Eléctrica SA ESP; Organización Terpel; Promigas SA ESP)

Tomado de: RobecoSAM (2019) Sustainability Year Book. Disponible en: https://yearbook.robecosam.com/companies/

De estas se pueden resaltar iniciativas de actores privados como Conexión Jaguar del Grupo ISA, en alianza técnica con South Pole Group y Panthera desarrollado para aportar a la conservación de la biodiversidad y a la mitigación del cambio climático, y contribuir a dignificación de las comunidades rurales (ISA, 2019)

9.5.1 Certificaciones

Uno de los casos más reconocidos de sistemas no estatales de gobernanza ambiental es el de certificación forestal sostenible. Los sellos ecológicos o etiquetados ambientales (ecolabelling), son mecanismos voluntarios que operan vía mercado para dar información y permiten a los clientes y consumidores identificar los productos o servicios que han sido producidos teniendo en cuenta operaciones amigables para el ambiente, o con atributos ambientales (Dosi & Moretto, 2001).

9.5.2. Otras iniciativas voluntarias

10. Complejidad socio ecológica y retos de la gobernanza de biodiversidad

En construcción.

Enfoque de resiliencia, gobernanza adaptativa. La importancia de sistemas de gobernanza diversos. Lograr una mejor integración de las políticas a través de gobernanza efectiva. Retos de escala para la gobernanza y la conservación a nivel de socio-ecosistemas (paisaje, territorios y ecosistemas).

10.1. Aspectos ético-políticos, valores ambientales y estructuras valorativas.

Diferentes pueblos indígenas Colombia en su cosmogonía tienen como obligación ancestral la convivencia con la naturaleza sin destruirla. Por ejemplo, la geografía de la Sierra Nevada es el corazón del mundo (*yuavika umunukunu*) para cuatro comunidades étnicas (arhuacos, kogi, wiwa y kankuamos) que lo habitan (Ganawindúa, 2014). Para los Arhuacos en la Sierra Nevada de Santa Marta, el territorio es un elemento sagrado (Barraza García, 2014). La geografía de la Sierra Nevada es el corazón del mundo (yuavika umunukunu) (Ganawindúa, 2014). Es considerada un cuerpo humano "los picos simbolizan la cabeza, las lagunas de los páramos el

corazón, los ríos de las quebradas las venas, las capas de la tierra los músculos y los pajonales el cabello" (Barraza García, 2014; Ganawindúa, 2014). Estos deben mantenerse en armonía espiritual, y para esto se hacen rituales que permitan la reparación física y retribución a la naturaleza los recursos que fueron utilizados. (Barraza García, 2014). Para los arhuacos "el equilibro de la humanidad está en el respeto hacia los demás seres, no solamente entre los humanos, también entre las diferentes culturas; pero no solamente las culturas humanas, sino esas culturas de la naturaleza" (Zalabata, 2001:2).

10.2. Autonomías y soberanías locales. Comunidades y manejo de ecosistemas, cuidado y defensa de los derechos.

Conceptualmente, en muchas ocasiones las luchas ambientales de las comunidades están vinculadas con la defensa de su territorio, por lo cual es común encontrar en una misma reivindicación no solamente el derecho a un medio ambiente sano que se está afectando, sino también el derecho a poder mantener el orden social que establecido previamente a la transformación a causa de la actividad productiva y el derecho sobre el territorio que les pertenece (titularidad, uso y tenencia consuetudinaria y/o legalmente reconocida).

En ese sentido, en cuanto al "papel de actores locales en la gobernanza territorial" sería importante que el capítulo analice brevemente las categorías que están inmiscuidas en las luchas que se despliegan desde la sociedad civil para poder reclamar un espacio en la gobernanza ambiental territorial. De esa forma, se podría demostrar que lo ambiental, la biodiversidad, no es un asunto aislado de otros temas cruciales como lo son: la distribución de la tierra; la distribución de los beneficios que ofrece la naturaleza; la titularidad, tenencia y usos; entre otros.

Desde un plano jurídico, un aspecto de análisis de "las acciones colectivas para proteger la biodiversidad" se pueden rescatar los casos de los pueblos del Cesar y La Guajira, quienes han desplegado acciones importantes para defender sus territorios de la minería de carbón, apoyados por ONGs de la sociedad civil; pueblos como Hato Nuevo y Boquerón del Cesar, o Tabaco, Roche, Patilla, Chancleta, Las Casitas, entre otros de La Guajira. Las afectaciones ambientales de la actividad de carbón han generado problemas como la dificultad en el acceso al agua.

Por su parte, podrían citarse algunos ejemplos de lo que la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional llamó "líderes de cambio"; son personas que han estado desarrollando iniciativas a nivel local para proteger a la naturaleza y que han podido generar alternativas ambientalmente sostenibles. El capítulo puede aquí mostrar casos exitosos, enviando un mensaje de que sí es posible generar un cambio, haciendo un llamado a la autogestión para motivar a las personas al hacerles ver que estos cambios no se generan única y exclusivamente a través de decisiones lejanas de gobierno, sino que están al alcance de sus manos.

La Vía campesina y Movimiento Sin Tierra y Amigos de la Tierra ha desarrollado una campaña internacional por la soberanía alimentaria y en 2007 se elaboraría la Declaración de Nyéleni, en Sélingué, Mali: "La soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos de forma sostenible y ecológica, y su derecho a decidir su propio sistema alimentario y productivo. Esto pone a aquellos que producen, distribuyen y consumen alimentos en el corazón de los sistemas y políticas alimentarias, por encima de las exigencias de los mercados y de las empresas. Defiende los intereses de, e incluye a, las futuras generaciones. Nos ofrece encauzar los sistemas alimentarios, agrícolas, pastoriles y de pesca para que pasen a estar gestionados por los productores y productoras locales.

La soberanía alimentaria da prioridad a las economías locales y a los mercados locales y nacionales, y otorga el poder a los campesinos y a la agricultura familiar, la pesca artesanal y el pastoreo tradicional, y coloca la producción alimentaria, la distribución y el consumo sobre la base de la sostenibilidad medioambiental, social y económica.

La soberanía alimentaria promueve el comercio transparente, que garantiza ingresos dignos para todos los pueblos, y los derechos de los consumidores para controlar su propia alimentación y nutrición. Garantiza que los derechos de acceso y a la gestión de nuestra tierra, de nuestros territorios, nuestras aguas, nuestras semillas, nuestro ganado y la biodiversidad, estén en manos de aquellos que producimos los alimentos. La soberanía alimentaria supone nuevas relaciones sociales libres de opresión y desigualdades entre los hombres y mujeres, pueblos, grupos raciales, clases sociales y generaciones."

Con la expresión «soberanías de los territorios étnicos», haciendo referencia al Pueblo Negro, sintetizo: "...la autonomía, las formas propias de gobierno y el proyecto de vida construido por comunidades negras, y que existe a pesar de la carga violenta incubada en cinco siglos de coloniaje de la naturaleza y colonialismo de las relaciones sociales sobre las que reposan capitalismo y modernidad. En esencia, la soberanía de los territorios étnicos, encarna una propuesta para asumir las relaciones y transformaciones complejas socio-ecológicas que permitirían enfrentar al aparato eco tecnológico del [mal-] desarrollo y los retos que traerá el post-acuerdo con la guerrilla..." (Vélez 2016).

“Julio Carrizosa… dice que hay que construir “vivideros”, que como yo los entiendo son lugares dónde vivir y construir esta soberanía. Lugares pequeños, autónomos y autosuficientes en lo posible, que son potencialmente los territorios de estas nuevas soberanías. Estas soberanías se dan articuladamente, por ejemplo la soberanía alimentaria no puede ser dependiente de tecnologías petroadictas, como tampoco lo puede ser el cuidado de las semillas dependiente de agroquímicos derivados del petróleo. Así que estas soberanías son también, en sentido general, unas formas de ser, de habitar y ocupar los espacios y construir los paisajes; son maneras de relacionar nuestra espiritualidad, nuestro cuerpo y nuestro territorio” (Vélez 2006).

La autoridad indígena se basa en las características, las formas organizacionales, y los ejercicios tradicionales, pero también en la “comprensión del sentido de relación de la cultura con la naturaleza” (CONTCEPI, 2013: 30). Dado que “La función principal de la autoridad es guiar desde el conocimiento y la sabiduría ancestral al pueblo para poder lograr la realización del Plan de Vida” (CONTCEPI, 2013: 31). “La autoridad significa el poder de cumplir y hacer cumplir la ley de Origen, lo cual ratifica el ser indígena, el ser hijo de la naturaleza” (ídem). La ley de Origen ha sido aprendida, socializada y pasada de generación en es de donde se configuran el conocimiento y sabiduría ancestral, que dan origen al ser indígena, y a las normas culturales que determinan la relación con la naturaleza para “la pervivencia cultural de la madre tierra” (CONTCEPI, 2013:31).

10.3. Post-acuerdo. Estrategias y formas de despojo de los servicios y el acceso a los territorios.

Abordar la problemática ambiental del postacuerdo implica retarse a construir marcos interpretativos que se distancien de los que justificaron la guerra. Construir categorías que

reestructuren las relaciones entre ciencia, política y economía para entender, prevenir y atender desastres ambientales que vienen como deudas de la guerra, y los que se ocasionarán en el postacuerdo, relacionados con las formas de ocupar y usar el espacio, el agua, los minerales, la biodiversidad, y en general los medios de vida y los medios de producción (Cardoso, 2015). Los actores de la guerra no solo han tenido motivaciones económicas vulgares, también usan la naturaleza estratégicamente, no son ajenos a ideologías y teorías.

Superar la guerra implica tener una mirada crítica de las maneras como incorporan la naturaleza en sus propósitos económicos, y de las teorías e ideologías que sustentan las estructuras valorativas de los agentes de la guerra. No hay que eludir el examen del papel que han tenido las teorías económicas, políticas y sociológicas, que junto a las condiciones materiales conforman las condiciones objetivas y subjetivas que enmarcan la guerra. Uno de los problemas que enfrentarán las comunidades y pueblos étnicos en el postacuerdo es la necesidad de alentar el debate teórico y político para develar esas posturas ideológicas, entre ellas el racismo que recae sobre los pueblos étnicos, y así allanar caminos a la reconfiguración y reafirmación de apuestas de vida «comunales» en los territorios.” (Vélez 2016).

“La paz no consiste en que haya una economía fuerte en el sentido que crezcan los indicadores del producto interno bruto y el empleo, sino que la economía esté en función del buen vivir de la sociedad y la preservación del patrimonio natural, como legado a las generaciones venideras y como reconocimiento de los derechos de la naturaleza misma. De la misma manera, el reto del postacuerdo no es que haya una academia fuerte que sustente la economía del conocimiento, sino que la academia esté fuertemente ligada a la sociedad confrontando y resolviendo problemáticas concretas. El reto de construir territorios para la paz no está solo en edificar una institucionalidad fuerte sino en cuestionar desde los territorios el rol del capital, es decir, el reto también está en provocar transformaciones institucionales que coadyuven a cambiar el orden económico para cuidar de los territorios.

No bastan las instituciones fuertes. En los propios EE. UU, que se precian de tenerlas, el desastre ocasionado por el entramado económico minero es estruendoso: «En un estudio sobre la calidad del agua, y el desafío y costos económicos que implican su contaminación, la EPA concluye que “la minería en el oeste de los Estados Unidos ha contaminado más del 40 % de las cuencas hidrográficas de la región”, y agrega que “el saneamiento de las minas abandonadas en 32 estados de los Estados Unidos puede costar 32 000 millones de dólares o más”» Para el

caso colombiano, las cifras son elocuentes: se calcula que «la población colombiana pierde anualmente 33 años de vida saludable a causa de factores ambientales, lo que significa un costo de casi 10 billones de pesos al año» (Larsen, Bjorn. 2004, Citado por Huertas 2015); y los factores de contaminación de aire, agua y sanitarios causaban 7600 muertes prematuras y unos costos que en el 2010 ascendían a 10,2 trillones de pesos, correspondientes al 2 % del PIB anual. Una nueva institucionalidad no será suficiente si los factores de muerte siguen intactos (Golub et al 2014)

10.4. Corrupción y gobernanza. Problemas de gobernanza: responsabilidad, legitimidad, transparencia

Algunos de los países en desarrollo experimentan altos niveles de corrupción política. Pese a los esfuerzos y la estabilidad que se han venido logrando en relación al estado de derecho; las negociaciones de paz con la guerrilla FARC y ELN; y la aprobación e implementación de Estatuto Anti-Corrupción (ley 1474 del 2011) en la Presidencia de Juan Manuel Santos (2012-2018) (Transparency International, 2013); Colombia ocupó la posición 99 entre 180 países en el índice de percepción de corrupción de Transparencia Internacional del 2018, y disminuyó en el ranquin tres posiciones (Transparency International, 2019). La corrupción es un obstáculo para el desarrollo social y económico de los países (Kaufmann, 1997).

Esto según la investigación de Smith y colaboradores (2003) limita el éxito de los proyectos de conservación de biodiversidad al reducir los niveles efectivos de financiación y distorsionando las prioridades de inversión. Es por esto, que se resalta la importancia que comunidad conservacionista desarrolle enfoques que compensen los efectos de una gobernanza deficiente (ídem). Colombia en particular, tiene grandes retos estructurales en relación con la construcción. Transparencia Internacional (2013) identificó que la colusión de los sectores públicos y privados, el clientelismo, la falta de control estatal, la ineficiencia del sistema de justicia penal, y la débil prestación de servicios en áreas remotas del territorio nacional.

Sin embargo, ha habido avances importantes para la lucha contra la corrupción. La Secretaria de Transparencia asociada a la Presidencia de la República de Colombia ha estado coordinando mesas de trabajo para abordar situaciones de corrupción en aspectos como la minería ilegal en los departamentos de Cauca y Caldas; y en la prestación de servicios de agua en los departamentos de Amazonas y Magdalena (Secretaria de Transparencia, 2016). También en el

2013, se hicieron mapas de riesgos sectoriales para temas como agua, y servicios ambientales, y se ha hecho seguimiento entre el 2013 y 2015 a entidades departamentales, y en las corporaciones regionales Magdalena (Secretaria de Transparencia, 2016).

10.5. Conflictos ambientales

"Dada la complejidad de los conflictos ambientales, su análisis requiere un esfuerzo de articulación conceptual desde la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. Esta imbricación de dimensiones también puede comprenderse con mayor profundidad si se analizan los conflictos como procesos interconectados en el tiempo y en el espacio. Sin embargo, se identifica que en muchas investigaciones sobre conflictos ambientales esta explicación comprehensiva ha sido limitada. En particular, porque suele utilizarse la categoría de conflictos ambientales para describir casos o para realizar inventarios que difícilmente permiten reconocer las relaciones y transformaciones socioecológicas.

Consideramos que esta limitación puede superarse al apropiar la categoría de *plexos conflictivos* (Maliandi, 2002, 2016). Este dispositivo conceptual invita a analizar los conflictos ambientales como estructuras de complejidad superior, en las que lo central es superar el análisis aislado y ahistórico. De manera sintética, asimilamos la categoría de plexos conflictivos al análisis de los conflictos ambientales desde las siguientes características:

a) Son formaciones en las que convergen múltiples actores en confrontación directa e indirecta. Dada la naturaleza social de cada actor —como sujeto individual o colectivo—, es relevante para el análisis de los plexos la trayectoria histórico-social de cada uno.
b) De manera heterogénea, en los plexos convergen eslabones políticos, ecológicos y sociales. Es decir que son fenómenos intrínsecamente socioecológicos, cuyo análisis implica dimensiones complementarias sociotécnico-políticas.
c) Su complejidad tiene un origen espaciotemporal, por consiguiente, su análisis debe ser histórico, así como territorial.
d) En la medida en que implican una distribución desigual de daños y beneficios asociados al acceso, uso y control de los bienes ambientales de un territorio, el análisis de las relaciones de poder resulta ineludible para establecer quién acumula qué y bajo qué mecanismos." (Vélez 2019)

En materia de conflictos ambientales, podría aportar frente a los casos de la minería en el cesar y La Guajira a través de varios estudios de caso de pueblos como Hato Nuevo, Boquerón, Tabaco, Roche, Patilla, Chancleta, Manantial y Las Casitas. Por su parte, y como lo

mencionaba en la sección de Sociedad Civil, es importante poder analizar los casos de asesinatos de líderes ambientales en Colombia, mostrando así cómo estos conflictos no están únicamente mediados por un asunto únicamente relacionado con la biodiversidad sino con asuntos como derechos territoriales, distribución y democracia participativa. Por su parte, es importante poder analizar casos actuales como el de Hidroituango, así como casos más macro como el Cambio Climático.

Claramente, al tratarse del capítulo de Gobernanza, es necesario demostrar cuáles son los mecanismos que se tienen actualmente para resolver o abordar los conflictos ambientales, así como decidir si vamos a trabajar los conflictos ambientales que ya existen y tienen un(os) actor(es) con objetivos identificados o si debemos también introducir aquellos asuntos que van a desatar conflictos ambientales en un futuro cercano, frente a lo cual habría que pensar si entonces sería menester de este acápite no sólo identificar cuáles son los conflictos ambientales, sino también cuáles son los mecanismos de Gobernanza actual que permiten resolver, o no, estos asuntos y cuáles serían las recomendaciones.

10.6. Desempeño de las organizaciones y las instituciones

En construcción. En esta sección se busca analizar los factores que limitan el desempeño de las instituciones y autoridades ambientales para la protección de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

10.7. Trasformaciones antrópicas de las fuentes de subsistencia y servicios ecológicos

En construcción. Transformaciones en los ecosistemas de agua dulce, humedales y su impacto en la subsistencia de las poblaciones y resiliencia de los ecosistemas. Adicionalmente a lo descrito anteriormente, sería muy importante abordar las intervenciones antrópicas en las áreas protegidas, en especial la deforestación que está avanzando actualmente

10.8. El papel de la Educación, información y comunicación

En Colombia uno de los principales retos en materia de gobernanza de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos se relaciona con el diseño, implementación y valoración de los procesos de educación ambiental y participación social, cuyo impacto es determinante para el

establecimiento y desarrollo del compromiso de la comunidad, y de su empoderamiento para aportar, con criterio, a la gestión ambiental. Estos procesos se han generado a través de iniciativas públicas y privadas, encaminadas a contribuir a las iniciativas de conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, lo cual se ha dado especialmente desde las regiones, pero con menor énfasis en el entorno urbano. Lo anterior, puede asociarse al establecimiento y gestión ambiental de áreas protegidas en el ámbito rural, que cuentan con adecuados planes de manejo y recursos, mientras que en los ámbitos urbano y suburbano procesos similares han sido menos efectivos, en lo que se refiere a las oportunidades para promover el compromiso de las comunidades con el restablecimiento o la consolidación de la conectividad ecológica de los socio-ecosistemas urbanos con los entornos suburbano y regional.

En una efectiva planificación urbana, es necesario generar nuevos escenarios para que las comunidades urbanas también puedan reconocer y apropiar directamente las contribuciones de la naturaleza para las personas a su mismo bienestar, como habitantes de los asentamientos humanos o de las aglomeraciones urbanas, mediante ejemplos prácticos que ilustran los beneficios inherentes a la funcionalidad de las redes ecológicas en los socio-ecosistemas urbanos y al ejercicio de la corresponsabilidad ciudadana con el desarrollo sostenible. Este proceso requiere el empleo de información oficial, temática, multiescalar, reciente y dinámica que brinde soporte técnico y científico para la toma de decisiones en materia de planificación y ordenamiento ambiental del territorio en cada centro urbano con la participación de la comunidad, en un esfuerzo interinstitucional articulado e incluyente.

10.9. Gobernanza de mercado

En construcción. La gobernanza de mercado, se refiere a la influencia de las miradas e intereses de los gremios, y la influencia de las fuerzas de oferta y demanda y los acuerdos empresariales como motores indirectos de transformaciones en el uso sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Se hará énfasis en las dificultades y posibilidades de articulación del sector privado en la gobernanza ambiental.

11. Transiciones hacia la sostenibilidad, Innovaciones y Soluciones emergentes

En construcción.

Pregunta orientadora: ¿De qué manera nuestros modelos pasados y presentes de aproximación ontológica, epistemológica y metodológica han determinado los esquemas pasados y actuales institucionales de gestión de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos?

Partiendo del diagnóstico realizado en la sección anterior, en esta sección se plantean propuestas de acción, herramientas e instrumentos económicos, normativas, y de política sugeridas como rutas de cambio para una gobernanza adaptativa más eficiente, equitativa y sostenible. Como ruta metodológica para el desarrollo de esta sección. Se propone la realización de uno o varios talleres siguiendo los mismos ejes temáticos.

"Las enormes transformaciones del paisaje vallecaucano han borrado las trazas de su historia con una rapidez sorprendente" (Colmenares, Germán. Historia Económica y Social de Colombia. Tomo II. Popayán: Una Sociedad Esclavista 1680-1800. Bogotá: Tercer Mundo Editores 1997 [1979], p. 152.

1. Las transiciones sociales conscientes implican acometidas de largo plazo, del orden estatal y gubernamental, que reorganicen los propósitos colectivos de las sociedades, sus mecanismos democráticos y de toma de decisiones, la armonización de sus instrumentos de planificación locales y nacionales y la institucionalidad legal, operativa y de control para hacerlo posible de manera. Es una urgencia frente al conjunto de determinantes que presionan acoger nuevos pactos sociales: el cambio climático, el empobrecimiento cuantitativo y funcional de los ecosistemas para asegurar la reproducción social y el acceso a NCP.

2. Son sujetos de las transiciones individuos y colectividades humanas, en su articulación en socio-eco-sistemas, que se asumen como agentes colectivos en interacción socio-eco-poiética, auspiciando las funciones (re)-productoras de tramas de vida y contribuyendo a conservar y mejorar su calidad termodinámica y su *ethos*.

3. La gobernanza de estos procesos de transición demandan la más amplia participación de los agentes académicos y del conocimiento dentro y fuera de las instituciones universitarias; la

participación de los sectores del emprendimiento y empresariales comprometidos con economías para el Bien Común; el conjunto de los instrumentos institucionales del Estado para asegurar el funcionamiento de la justicia económica y ambiental; y una amplio compromiso de la sociedad para el cuidado de la vida, con lo que se insta a salir del modelo petrodependiente y de consumismo que han acelerado el deterioro de la atmósfera, los suelos fértiles, los hidrosistemas y las funciones depuradoras y reguladoras de los ecosistemas boscosos y selváticos.

4. Transicionar urbano (Escobar, Arturo. Notas sobre la reunión "Transicionada". 2018) es reconocer a la ciudad como una zona propicia para un tejido verde y con escorrentías visibles que ha sido limitada por la descomunalización de la vida urbana, por el favorecimiento de la bio-uniformidad de coberturas pavimentadas, en detrimento de las coberturas arbóreas y los NCP de las aguas superficiales.

Referencias

Barraza García, R. A. (2014). La Escuela Intercultural de Diplomacia Indígena: academia, posdesarrollo y diálogo de saberes. Desafíos, 26 (1), 13-56. doi: dx.doi. org/10.12804/desafios26.1.2014.01

Biermann, Frank; Pattberg, Philipp; van Asselt, Carro & Zelli, Fariborz (2009) The Fragmentation of Global Governance Architectures: A Framework for Analysis. Global Environmental Politics, 9(4), 14-40.

Bulkeley, H. (2005) Reconfiguring environmental governance: Towards a politics of scales and networks, Political Geography, 24(8), 875-902.

CBD (2018) Convention on Biological Diversity. Introduction. Disponible en linea en: https://www.cbd.int/intro/default.shtml

CITES (2018) Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Disponible en linea en: https://www.cites.org/esp/disc/text.php

CONTCEPI (2013) Perfil del sistema educativo indigena propio. Comisión nacional de trabajo y concertación de la educación para los pueblos indígenas. Bogotá. Disponible en: http://www.caminosinterculturales.org/documentos/Debates-Pedagogicos/Pedagogia-propia/Para-ir-mas-alla/SEIP.pdf

Cashore, B. (2002) Legitimacy and the Privatization of Environmental Governance: How Non–State Market–Driven (NSMD) Governance Systems Gain Rule–Making Authority. *Governance*.15 (4), 503-529.

Departamento Nacional de Planeación - DNP (2010) "Documento Conpes 3680. Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 47 pp.

DNP, (2014). CONPES 3819 "Política Nacional para consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia". 69 pp.

Dosi, C. & Moretto, M. (2001) Is Ecolabelling a Reliable Environmental Policy Measure? Environmental and Resource Economics, 18(1), 113-127.

Galafassi y Dimitriu, 2007 «El plan «B» de los capitales mineros. A propósito de las notas sobre «Inversiones mineras en Argentina» en Le Monde Diplomatique de mayo del 2007». Revista Theomai. Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo, n.º 15,

primer semestre. Disponible en: http://revista-theomai.unq.edu.ar/NUMERO15/Galafassi_Dimitriu_Plan_B.pdf).

Ganawindúa (2014) Compartiendo el pensamiento de la Sierra Nevada de Santa Marta. Disponible en: https://sierranevadapaisajes.blogspot.com/2017/03/pensamientos-kankuamos-de-la-sierra.html

Green, J.F. (2014) Rethinking Private Authority. Agents and Entrepreneurs in Global Environmental Governance. Priceton University Press.

Golub, Elena; Klytchnikova, Irina; Sánchez-Martínez, Gerardo; & Juan Carlos Belausteguigoitia (2014, junio): «Environmental health costs in Colombia: the changes from 2002 to 2010». Washington, DC: World Bank. Disponible en: http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/06/20472765/environmental-health-costs-colombia-changes-2002-2010

Gómez-Baggethun, E., (2016). Prólogo. “Naturaleza urbana: plataforma de experiencias.” Editor: Mejía, M.A. Instituto Alexander von Humboldt. 207 pp. Recuperado de: http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/865-naturaleza-urbana-030516

Ibagón, A.; Matallana, C.; Peña, R. y Echeverri, J. 2019 “Documento de Trabajo. Conservación en Colombia: reconociendo esfuerzos a nivel local.” Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto Humboldt, Fedemunicipios, ASOCARS, Parques Nacionales Naturales de Colombia y GIZ. 104 pp.

IPBES (2018): Resumen para los responsables de la formulación de políticas del informe de evaluación regional sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas de las Américas de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. J. Rice, C.S. Seixas, M.E. Zaccagnini, M. Bedoya-Gaitán, N. Valderrama, C.B. Anderson, M.T.K. Arroyo, M. Bustamante, J. Cavender-Bares, A. Díaz-de-León, S. Fennessy, J.R. García Márquez, K. Garcia, E.H. Helmer, B. Herrera, B. Klatt, J.P. Ometo, V. Rodríguez Osuna, F.R. Scarano, S. Schill y J. S. Farinaci (eds.). Secretaría de la IPBES, Bonn (Alemania). 34 pp.

Jancy A. Huertas en «Propuesta para establecer un sistema de vigilancia de contaminantes ambientales en Colombia». Biomédica. Revista del Instituto Nacional de Salud, vol. 35 (suplem. 2), 2015, pp. 8-19. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v35nspe/v35nspea02.pdf)

ISA (2019) *Conexión Jaguar*. Disponible en: https://conexionjaguar.org/conexion-jaguar/

ISSD (2018) The ISO 14020 series. International Institute for Sustainable Development. Disponible en: https://www.iisd.org/business/markets/eco_label_iso14020.aspx

Kaufmann, D. (1997) Corruption: The facts. *Foreign Policy* 107, 114–131.

Lemos, M.C. & Agrawal, A. (2006) Environmental Governance. Annual Review of Environment and Resources, 31, 291-325.

Lockwood, Michael; Mitchell, Michael; Moore, Susan A., y Clement, Sarah (2014) Biodiversity governance and social-ecological system dynamics: transformation in the Australian Alps. Ecology and Society 19(2): 13.

Newig, J, & Fritsch, O. (2009) Environmental governance: participatory, multi-level – and effective?. Environmental Policy and Governance. 19(3) 197-214.

MAVDT, (2008). "Política de Gestión Ambiental Urbana". 54 pp. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Polit%C3%ACcas_de_la_Direcci%C3%B3n/Politica_de_Gestion_Ambiental_Urbana.pdf

MADS, (2012). "Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos." 128 pp. Recuperado de: http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_espa%C3%B1ol_web.pdf

MADS, (2017). "Política nacional de cambio climático" / Luis Gilberto Murillo, Ministro (2016 - 2018); [Eds.] Dirección de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 290 pp. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Politicas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf

MADS (2019)**. Ref. Santiago Arango Botero, Lucy González o Gilberto Estupiñán, Despacho MADS...

OECD, (2016). "The revised position of Colombia with regard to the OECD legal instruments in the field of environment." ENV/EPOC/ACS (2015)6/REV1. 201 pp.

OECD, (2017). "Indicadores de Crecimiento Verde 2017". Recuperado de: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/green-growth-indicators-2017_9789264268586-en

OECD, (2018). "Biodiversity conservation and sustainable use in Latin America. Evidence from Environmental Performance Reviews." ENV/EPOC/WPEP(2018)8/REV1. 92 pp. Currently under edition.https://read.oecd-ilibrary.org/environment/biodiversity-conservation-and-sustainable-use-in-latin-america_9789264309630-en#page1

ONU-Hábitat, (2016). "Nueva Agenda Urbana". Hábitat III. 76 pp. Recuperado de: http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf

Paredes-Leguizamón, G. (2018). "Integrando las áreas protegidas al ordenamiento territorial: Caso Colombia." Bogotá, Colombia: PNNC y UICN. 160 pp. www.iucn.org/resources/publications

Ramsar (2018) La convención de Ramsar y su misión. Disponible en: https://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convencion-de-ramsar-y-su-mision

Revista Semana (2018) Denuncian corrupción en entrega de títulos mineros en Antioquia (15/12/2018) Disponible en https://www.semana.com/nacion/articulo/denuncian-corrupcion-en-entrega-de-titulos-mineros-en-antioquia/595176

Riaño, E.; Salazar, C. (2018). "Habitar la Amazonia. Ciudades y asentamientos sostenibles." Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2018. 122 pp.

Ring, Irene (2008) Biodiversity Governance: Adjusting local costs and global benefits. En: Sikor, Tomas (Ed). Public and Private in Natural Resource Governance: A False Dichotomy?. Earthscan: Sterling, Virginia, Estados Unidos. Pp. 107-126.

RobecoSAM (2019) *Sustainability Year Book*. Disponible en: https://yearbook.robecosam.com/companies/

Santamaría M., Areiza A., Matallana C., Solano, C y Galán S. 2018. "Estrategias complementarias de conservación en Colombia." Instituto Humboldt, Resnatur y Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 29 pp.

Secretaria de Transparencia (2016) Estatuto Anticorurpción Ley 1474 de 2011: avances y desafios tras cinco años después de su expedición. Disponible en: http://www.anticorrupcion.gov.co/Documents/Publicaciones/estatuto-anticorrupcion-ley-1474-2011.pdf

Smith, R.J.; Muir, R.DJ.; Walpole, M.J; Balmford, A. & Leader-Williams, N. (2003) Governance and the loss of biodiversity. *Nature*, 426, 67–70.

Transparency International (2013) Colombia: Overview of corruption and anticorruption. Disponible en: https://knowledgehub.transparency.org/assets/uploads/helpdesk/373_Colombia_Overview_of_corruption_and_anti-corruption.pdf

Transparency International (2019) Corruption perception index 2018. Disponible en: https://www.transparency.org/cpi2018

UICN, (2018). “Gobernanza de Áreas Protegidas. Desarrollando capacidades para proteger el planeta.” N° 20 de la Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas.143 pp. Recuperado de: http://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_spanish_governance_book.pdf

UICN (International Union for Conservation of Natura) & WCPA, World Commission on Protected Areas. 2017. “Guidelines for recognising and reporting other effective area based conservation measures.” IUCN, Switzerland. Version 1. 42 pp.

UN Global Compact (2019) Members. Disponible en: https://www.unglobalcompact.org/what-isgc/participants/search?utf8=✓&search%5Bkeywords%5D=&search%5Bcountries%5D%5B%5D=39&search%5Bper_page%5D=10&search%5Bsort_field%5D=&search%5Bsort_direction%5D=asc

UNCCD (2018) United Nations Convention to Combat Desertification. Disponible en linea en: https://www.unccd.int

Vélez, Hildebrando. 2017. Despojo Hídrico del Pueblo Negro en la Formación Histórica del Alto Cauca. Fig. 32. Gobierno y Gobernanza. P:196. Tesis Doctoral, Univalle. Cali.

Vélez, Hildebrando. 2016. Soberanías de los territorios étnicos. Una visión desde Colombia. En en Autonomías y soberanías locales. Ecología Política Nº. 49. Jun 26, 2016. Icaria editorial. BCN

Vélez, Hildebrando. 2016. Deuda ecológica, paz y territorios étnicos: una reflexión sobre el norte del Cauca, Colombia p 239-255 En Gruner, Sheila et al. (eds.) *Des/DIBUJANDO EL PAIS/aje. Aportes para la paz con los pueblos afrodescendientes e indígenas: territorio, autonomía y buen vivir.* ISBN: 978-958-59287-1-8. Ediciones Poder Negro. Medellín.)

Vélez-Torres, Irene & Vélez, Hildebrando. (2019). Plexos conflictivos: una visión territorial e histórica de los conflictos ambientales en la cuenca alta del río Cauca. Revista Colombiana de Sociología. 42. 10.15446/rcs.v42n1.73181.

Zalabata, L. (2001). Pensamiento arhuaco. En F. Zapata, G. Piñeres, V. Pu- lido, L. Zalabata, A. Goldschmid y J. Zapata (eds.), Bioética, sentido de la vida y fe religiosa (pp. 53-66). Bogotá: Ediciones El Bosque. Disponible en: http://www.bioeticaunbosque.edu.co/Articulos/Articulos_Compl/Pensamiento_Arhuaco.pdf